

**Repositorio de Objetos de Aprendizaje en Dominios Específicos:  
Un Caso de Estudio en Historia Digital**

José Amaury Castillo Candelario

MÁSTER EN INVESTIGACIÓN EN INFORMÁTICA, FACULTAD DE INFORMÁTICA,  
UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID



Trabajo Fin Máster en Sistemas Inteligentes

Curso académico: 2009/2010

Director:

*José Luis Sierra Rodríguez*



# **Autorización de Difusión**

José Amaury Castillo Candelario

8 de Septiembre de 2011

El abajo firmante, matriculado en el Máster en Investigación en Informática de la Facultad de Informática, autoriza a la Universidad Complutense de Madrid (UCM) a difundir y utilizar con fines académicos, no comerciales y mencionando expresamente a su autor el presente Trabajo Fin de Máster: “Repositorio de Objetos de Aprendizaje en Dominios Específicos: Un Caso de Estudio en Historia Digital”, realizado durante el curso académico 2010-2011 bajo la dirección de José Luis Sierra Rodríguez en el Departamento de Ingeniería del Software e Inteligencia Artificial, y a la Biblioteca de la UCM a depositarlo en el Archivo Institucional E-Prints Complutense con el objeto de incrementar la difusión, uso e impacto del trabajo en Internet y garantizar su preservación y acceso a largo plazo.

Jose Amaury Castillo Candelario



## **Resumen**

La Historia Digital realiza esfuerzos para extender y guardar registros históricos representativos, con el objetivo de conformar una colección de textos y acontecimientos antiguos. Su principal objetivo es que toda fuente posible de información que haya llegado a través del tiempo sea digitalizada y puesta a disposición de alumnos, profesores e investigadores a través de Internet.

Con la intención de almacenar los documentos históricos digitalizados, para su posible recuperación y reutilización, pueden crearse repositorios, que sirven como depósitos, archivos o sitios donde se almacena y se mantiene esta información digital, y que constituyen la infraestructura clave para el desarrollo, almacenamiento, administración, localización y recuperación de todo este contenido histórico digital. Debido al indudable valor educativo que posee todo este material, los repositorios así creados pueden concebirse como el substrato básico para repositorios de objetos de aprendizaje especializados en el dominio de la Historia.

En este trabajo se pretende realizar la concepción y diseño inicial para uno de estos sistemas, que permita almacenar documentos históricos digitalizados junto con un conjunto de metadatos específicos del citado dominio, que proporcionen una descripción explícita de los aspectos más relevantes de los documento desde un punto de vista histórico, y que faciliten su posterior consulta, recuperación y visualización.

## **Palabras clave**

Humanidades digitales, historia digital, anotación de recursos, documentos electrónicos, repositorios de recursos digitales, objetos de aprendizaje.



## **Abstract**

The aim of the discipline of Digital History is to make it possible to extend and store representative historical records in order to create a collection of ancient texts and events. Thus, its main goal is to digitalize all the possible sources of historical information and make them available to students, teachers and researchers through the Internet.

In order to store the digitized historical documents for enabling their recovery and reuse, it is possible to create repositories, which serve as stores, archives or sites that store and maintain this digital information, and which conform the key infrastructure for the development, storage, management, search and retrieval of all this digitalized historical content. Since the undoubted educational value of all this material, the resulting repositories can be viewed as the basic substrate for repositories of learning objects specialized in the domain of History.

The aim of this project is to despite the initial conception and design of one of these systems, which will make it possible to store digitized historical documents along with domain-specific metadata. These metadata will provide an explicit description of the most important aspects of each document from a historical perspective, facilitating the subsequent query, retrieval and presentation of the stored documents.

## **Keywords**

Digital Humanities, Digital History, Resource Annotation, Electronic Documents, Repositories of Digital Resources, Learning Objects.





# Índice de contenidos

Autorización de Difusión .....	i
Resumen .....	iii
Palabras clave .....	iii
Abstract .....	v
Keywords.....	v
Índice de contenidos.....	vii
1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. ESTADO DE LA CUESTIÓN .....	5
2.1 Humanidades Digitales e Historia Digital .....	5
2.1.1 Humanidades Digitales .....	5
2.1.2 Historia Digital .....	6
2.2 Anotación de recursos digitales.....	7
2.2.1 Herramientas de Anotación Externas.....	10
2.2.1.1 Annotea.....	10
2.2.1.2 MemoNote .....	13
2.2.1.3 Vannotea.....	13
2.2.1.4 Trellis Web .....	15
2.2.1.5 EspiritUs .....	15
2.2.1.6 WebAnnot: un prototipo de PAML .....	18
2.2.1.7 ConAnnotator.....	18
2.2.2 Herramientas de Anotación de Autor .....	19
2.2.2.1 MnM.....	19
2.2.2.2 CREAM OntoMat-Annotizer .....	20
2.2.2.3 SHOE Knowledge Annotator .....	21
2.2.3 Comparación.....	22
2.3 Repositorios de Recursos Digitales y de Objetos de Aprendizaje .....	24
2.3.1 Repositorios de Recursos Digitales .....	24
2.3.2 Repositorios de Objetos de Aprendizaje.....	25

2.3.2.1	Objetos de aprendizaje .....	25
2.3.2.2	Repositorios de Objetos de Aprendizaje .....	27
2.3.2.2.1	MERLOT.....	28
2.3.2.2.2	CAREO.....	29
2.3.2.2.3	POOL .....	30
2.3.2.2.4	SMETE.....	31
2.3.2.2.5	DSpace.....	31
2.3.2.2.6	AGREGA.....	32
2.3.2.2.7	ihComparator .....	34
2.4	A modo de conclusión .....	35
3.	Descripción del Sistema de Anotación de Documentos Históricos .....	37
3.1	Introducción .....	37
3.2	Concepción Inicial de la Aplicación.....	38
3.2.1	Modelo de anotación.....	38
3.2.2	Funcionalidades Básicas .....	39
3.3	Arquitectura de la Aplicación .....	39
3.3.1	Capa de presentación o de interfaz de usuario .....	41
3.3.2	Capa de servicios .....	41
3.3.3	Capa de datos.....	42
3.4	Diseño Inicial de la Aplicación .....	42
3.4.1	Diseño de la Capa de Interfaz de Usuario .....	42
3.4.2	Diseño de la Capa de Servicios .....	44
3.4.3	Diseño de la Capa de Datos.....	44
3.5	Maqueta Inicial.....	46
3.6	A modo de conclusión .....	49
4.	Conclusiones y Trabajo Futuro.....	51
	Bibliografía.....	53

# 1. INTRODUCCIÓN

Las Humanidades Digitales realizan esfuerzos para efectuar la digitalización y análisis de materiales relacionados con las disciplinas tradicionales de las humanidades, desarrollando técnicas de almacenamiento, recuperación, presentación y difusión del conocimiento para todo el campo humanístico. Dentro de las humanidades digitales, y con el objetivo de digitalizar todos los eventos históricos registrados a través del tiempo, cabe destacar la disciplina de la Historia Digital.

La Historia Digital realiza proyectos orientados a conformar colecciones de textos y acontecimientos antiguos, en un formato que permita que los datos puedan ser accedidos por estudiosos de todo el mundo a través de Internet. Este objetivo se logra normalmente añadiendo varios niveles de anotaciones, sobre una estructura de bases de datos accesible vía *web*, que proporciona mecanismos de búsqueda, intercambio y reutilización de objetos digitales. Efectivamente, para la realización de las anotaciones de documentos históricos se ha desarrollado diferentes herramientas que permiten agregar información adicional a los documentos digitalizados, bien sobre los documentos completos, bien sobre secciones específicas de estos. Estas herramientas, que han sido creadas con un sinnúmero de tecnologías, cada una con objetivos específicos o mejorando algunos aspectos de las creadas con anterioridad, pero siempre con el fin de ser adaptadas al objetivo deseado, pueden dividirse en dos grandes categorías:

- Herramientas de autor en las que los comentarios y anotaciones se realizan modificando el documento.
- Herramientas que conciben las anotaciones como información adicional adjunta al documento.

Una vez anotados, los documentos digitales se almacenan en repositorios de datos, para su posterior recuperación y reutilización. Estos repositorios sirven como depósitos, archivos o sitios donde se almacena y se mantiene esta información digital, y constituyen toda la infraestructura clave para el desarrollo, almacenamiento, administración, localización y recuperación de los archivos históricos digitalizados.

De esta forma, el flujo de trabajo seguido en Historia Digital es similar al seguido en la creación de materiales educativos reutilizables, sobre todo en lo que se refiere al enfoque que concibe las anotaciones de documentos como información adicional a los mismos. Dicha creación propugna la anotación de recursos educativos con metadatos para dar lugar a *objetos de aprendizaje*, que pueden almacenarse en repositorios de objetos de aprendizaje, y que, posteriormente, pueden ser localizados y reutilizados en múltiples contextos. En este proyecto se toma como hipótesis dicha analogía, con el fin de describir la concepción y diseño inicial de un sistema que tendrá como funcionalidad principal gestionar documentos históricos con propósitos educativos. Dicho sistema soportará un esquema de metadatos específico del dominio de la Historia, lo que facilitará la creación, gestión y mantenimiento de los repositorios.

La estructura del resto de la memoria se desglosa de la siguiente forma:

- En el capítulo 2 se describen los principales conceptos, enfoques y tecnologías relacionadas con el proyecto. Para ello comienza describiéndose qué son las humanidades digitales y la labor de desarrollo, almacenamiento, recuperación, presentación y difusión del conocimiento que en esta disciplina se realiza, esfuerzos extendidos a todos los campos humanísticos. Seguidamente se describe la disciplina de la Historia Digital, que se enmarca específicamente en la rama de la Historia, resaltándose de esta disciplina las labores de digitalización de todas las fuentes de información de valor histórico. En este capítulo también se describen en qué consiste la anotación de recursos, describiéndose qué son las anotaciones digitales, y comparando las mismas con las anotaciones que realiza un lector en los libros. Se describen también diferentes aplicaciones de anotación, y se realiza una comparativa de las mismas. Por último, se realiza una introducción a los repositorios de recursos digitales, al tipo particular de recursos representados por los objetos de aprendizaje digitales, y a los repositorios de objetos de aprendizaje. En esta introducción se evidencia cómo los repositorios de objetos digitales pueden ser considerados como almacenes de contenidos digitales, proporcionando la infraestructura clave para el desarrollo, almacenamiento, administración, localización y recuperación de todos estos contenidos. Los repositorio clasifican los contenidos de acuerdo a su uso y existen funcionalidades como buscar objetos, agregar, registrarse como usuario entre otras. Por su parte, los objetos de aprendizaje se caracterizan como aquellas entidades, digitales o no digitales, que pueden ser usadas, re-usadas o referenciadas durante el

aprendizaje apoyado por la tecnología. Por último, los repositorios de objetos de aprendizaje surgen como un tipo particular de repositorio digital orientado a almacenar objetos de aprendizaje digitales.

- El capítulo 3, por su parte, describe la concepción y diseño iniciales del sistema de anotación y almacenamiento de documentos históricos que aprovecha la analogía existente entre los procesos en Historia Digital y los procesos de creación de repositorios de objetos de aprendizaje. Para ello se describen los requerimientos, funcionalidades y diseño iniciales de dicho sistema.

La memoria finaliza con un capítulo de conclusiones y trabajo futuro, en el que se describe brevemente las principales conclusiones obtenidas como fruto de la realización de este trabajo, y en el que se esbozan algunas posibles líneas de continuación del mismo.



## **2. ESTADO DE LA CUESTIÓN**

### **2.1 Humanidades Digitales e Historia Digital**

#### ***2.1.1 Humanidades Digitales***

Es evidente que la informática ha influido decisivamente en innumerables aspectos de la sociedad actual. Efectivamente, la mayor parte de los procesos de la vida cotidiana han sido modificados por el uso del ordenador, aprovechando las posibilidades que brinda la tecnología y con el objetivo de integrar la informática con las diferentes disciplinas que estudian el comportamiento, la condición y el desempeño del ser humano. En este sentido, las Humanidades Digitales realizan esfuerzos para llevar a cabo la digitalización y análisis de materiales relacionados con las disciplinas tradicionales de las humanidades, viendo los documentos académicos como algo que va más allá de la lectura lineal del texto o del documento y que además puede ser integrado con el potencial de los recursos multimedia (Palmowski 2010).

Las humanidades digitales consideran que las técnicas de desarrollo, almacenamiento, recuperación, presentación y difusión del conocimiento son las mismas para todo el campo humanístico, por lo que se hace posible fusionar las diferentes disciplinas humanas con la informática: arqueología, historia del arte, lingüística, filosofía, historia, música, sociología, publicidad, periodismo, comunicación, etc.

Se pretende que la forma de concebir, generar, distribuir y utilizar el conocimiento no sea únicamente la de la cultura impresa, sino una combinación de medios donde lo impreso quede incluido en los recursos digitales, ampliando las posibilidades limitadas del papel y modificando por completo las condiciones de producción del conocimiento. Es importante indicar que esto no implica necesariamente atender contra los derechos de autor. Por el contrario, una práctica habitual en Humanidades Digitales, es proteger el derecho de los productores de contenidos, ya sean autores, codificadores, músicos, diseñadores o artistas, considerando que estos deben evitar explotaciones desautorizadas y además deben ejercer control sobre sus creaciones, pero siempre

y cuando este control, no comprometa la libertad para reelaborar, criticar y utilizar estos contenidos para propósitos de investigación o educativos.<sup>1</sup>

### **2.1.2 *Historia Digital***

Dentro de las Humanidades Digitales, pero específicamente en el área de historia, se encuentra la Historia Digital, que tiene como meta principal que todas las fuentes posibles de información que han llegado a través del tiempo deben ser digitalizadas y puestas a disposición de alumnos, profesores e investigadores, en un formato que permita que los datos se extraigan más allá de las barreras del lenguaje, para que puedan ser accedidos por estudiosos de todo el mundo a través de Internet. Esto se logra añadiendo varios niveles de anotaciones, y utilizando una estructura de bases de datos que permita búsquedas sofisticadas, muchas veces de forma independiente del idioma de origen (Abbott 2001).

La Historia Digital realiza esfuerzos para extender y guardar registros históricos representativos, con el objetivo de conformar una colección de textos y acontecimientos antiguos (Cohen 2005). Para ello se hace necesaria la aportación intelectual de decenas de historiadores, junto con expertos de otras disciplinas. El resultado son equipos de trabajo multidisciplinarios que incluyen, además de informáticos e historiadores, otros expertos, como documentalistas, archivistas, museólogos, filólogos, etc.

Una de las grandes dificultades que presenta esta iniciativa es que las anotaciones para ayudar a interpretar las entradas de datos no pueden ser realizadas por completo de forma automática, porque requieren conocimientos especializados para garantizar su calidad. Por tanto, la iniciativa se traduce en un esfuerzo enorme para los equipos multidisciplinarios citados anteriormente, que deben anotar y facilitar la anotación manual de cantidades ingentes de materiales históricos. Este trabajo puede facilitarse mediante el desarrollo de buscadores avanzados, de herramientas capaces de analizar las relaciones contextuales entre los términos contenidos en los textos, mediante el desarrollo de programas de traducción muy superior a los disponibles en la actualidad, etc. No obstante, el principal esfuerzo es, fundamentalmente, un esfuerzo de análisis y anotación manual de recursos.

De esta forma, existen tres formas posibles de avanzar en la Historia Digital:

---

<sup>1</sup> <http://www.madrimasd.org/blogs/futurosdelibro/2009/06/17/120340>



- La búsqueda de mecanismos que agilicen la interacción entre los historiadores y el resto de los componentes del equipo multidisciplinar.
- La interoperabilidad entre archivos históricos dispersos. Para ello, la tendencia predominante es hacia el uso de *web services* (Alonso et al. 2003). Esta tecnología, ampliamente utilizada en la integración de sitios web y bases de datos para descentralizar empresas al combinarse con el metalenguaje estándar XML<sup>2</sup>, resulta ser muy prometedora para los investigadores históricos interesados en crear y acceder a archivos y documentos que existen en diferentes lugares en la web (Cohen 2004).
- El análisis de los recursos computacionales en línea, utilizando tecnologías sofisticadas, como las indicadas anteriormente.

En este trabajo se incidirá en la primera de estas líneas, y, más concretamente, en la provisión de herramientas que faciliten a los propios historiadores la creación y anotación de archivos digitales de documentos históricos.

## 2.2 Anotación de recursos digitales

En la informática, al igual que en la literatura, existen diferentes razones para realizar anotaciones a los documentos. Algunas personas usan la anotación como un recordatorio de algo interesante de un documento. Las anotaciones son información adicional que se puede asociar a los archivos, ya sea en todo el documento o de un segmento o región específica del mismo. Estas anotaciones se realizan en forma de comentarios personales, interpretaciones, preguntas o referencias (Niranatlamphong, Choochaiwattana & Spring 2009). Los datos adicionales contenidos en las anotaciones pueden ser de cualquier naturaleza, como un texto, un clip de vídeo, un enlace URL o una imagen (Shih et al. 2004). Se pueden crear anotaciones en diferentes formatos, así como utilizar diferentes formas de anotación para diferentes funciones. Un modelo de anotaciones debe ser capaz de responder a un conjunto de preguntas que respondan a diferentes aspectos de las anotaciones realizadas, como por ejemplo ¿Quién dijo esto? ¿Qué anotaciones se han hecho sobre este objeto?, etc (Phil Cross, Libby Miller, Sean Palmer 2001).

La inserción y manipulación de anotaciones en documentos digitales es una necesidad reconocida. Aunque alguno de los requerimientos básicos ha sido ya satisfecho por las

---

<sup>2</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Extensible\\_Markup\\_Language](http://es.wikipedia.org/wiki/Extensible_Markup_Language)

propuestas actuales, sin embargo el uso de utilidades de anotación aún no se ha extendido lo suficiente. Las anotaciones, además de permitir agregar y editar información en un documento, pueden constituirse en un vehículo para la colaboración y discusión entre usuarios. Esta colaboración puede realizarse de diferentes formas: extracción de términos relevantes, comparación de anotaciones, enlace dinámico de documentos, etc. Internet, por su parte, ha proporcionado nuevas formas de crear y almacenar información, en las que las anotaciones juegan un papel central. Por ejemplo, se pueden construir *metadatos* para ser agregados a los documentos. Los metadatos pueden ser considerados como datos que hablan acerca de otros datos (datos acerca de datos). La gestión de metadatos se realiza a través de depósitos de metadatos que ofrece una manera de entender qué tipo de información está disponible, de dónde viene, dónde se almacena, las transformaciones realizadas en los datos y otros hechos importantes sobre los datos. En muchas ocasiones tales metadatos se almacenan en documentos XML (Dar, Zahra 2009).

Las herramientas de anotación se pueden clasificar en dos grupos:

- *Herramientas de anotación externa.* Permiten asociar metainformación a páginas Web que ya existen en el WWW. La metainformación no se almacena dentro de la misma página, sino que se almacena de forma externa en un repositorio destinado específicamente a mantener las anotaciones. Estos repositorios suelen ser bases de datos RDF<sup>3</sup>. Las herramientas de anotación externa son útiles para realizar comentarios personales sobre páginas Web, para mantener discusiones en grupo sobre estas páginas, para compartir información, como herramientas de ayuda para el mantenimiento de bookmarks compartidos, etc.
- *Herramientas de anotación de autor.* Permiten incluir la información estructurada dentro de las propias páginas, mediante los lenguajes de marcado XML o RDF.

La principal diferencia entre los dos tipos de herramientas es que, para poder realizar y ver anotaciones con las herramientas de anotación externa, el usuario final sólo necesita tener instalado en su ordenador un navegador Web junto con cierto software adicional para éste. Por tanto, su empleo no requiere formar al usuario en el empleo de ninguna aplicación adicional, a diferencia de lo que ocurre con las herramientas de anotación de autor.

---

<sup>3</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Resource\\_Description\\_Framework](http://es.wikipedia.org/wiki/Resource_Description_Framework).

El uso de RDF pone de manifiesto que, en muchas aplicaciones, las anotaciones puedan guardarse clasificadas como objetos o propiedades correspondientes a un concepto de una *ontología*. RDF (Resource Description Framework) es una infraestructura que permite la codificación, el intercambio y la reutilización de metadatos estructurados. RDF es una aplicación de XML que impone las limitaciones estructurales necesarias para proporcionar métodos para expresar la semántica sin ambigüedades. Por su parte, la intención de la ontología es el estudio de las categorías de las cosas que existen o pueden existir en un dominio (Sowa 2000). De acuerdo con (Uschold 1998), una ontología es un vocabulario de términos relacionados entre sí, que imponen una estructura de dominio y limita la posible interpretación de los términos. Informalmente, una ontología puede ser especificada como una colección de términos (conceptos) y sus definiciones. Por lo general, una ontología se puede definir como un artefacto lingüístico que define un vocabulario común de los conceptos básicos para el discurso sobre un pedazo de la realidad (de un objeto del dominio) y especifica lo qué precisamente esos conceptos significan (Kalinichenko et al. 2003).

Por tanto, como herramientas complementarias a las de anotación se dispone de los editores de ontologías, que facilitan la tarea de definición de ontologías, la unión de diferentes ontologías, y el desarrollo distribuido de ontologías (Suárez, Santiago de la Fuente & Anguita 2007). Efectivamente, conseguir que las máquinas entiendan el significado, la semántica, de los textos escritos y de las páginas Web es uno de los dos pilares principales que sustenta el desarrollo de la *Web Semántica* (Antoniou, Van Harmelen 2008). Las ontologías juegan un papel fundamental en la Web Semántica, proporcionando una fuente de términos definidos con precisión que permiten la comunicación entre personas y aplicaciones. Con esto se pretende que los recursos sean accesibles no sólo a los seres humanos, sino también a procesos automatizados, como agentes inteligentes, que realicen tareas como la búsqueda de términos, descubrimiento de recursos, intermediación y filtrado de información, etc (Bechhofer et al. 2001). En este contexto, la *anotación semántica* de páginas Web, que hace explícito el significado para un ordenador, se ha convertido en un punto clave.

La anotación semántica es parte importante en la web semántica. Las investigaciones tradicionales comprometen los recursos de la web para crear una ontología única. Sin embargo algunas anotaciones semánticas requieren de múltiples ontologías. Algunas investigaciones proponen un nuevo enfoque para abordar el problema, empleando una ontología puente para

expresar la complejidad que existe al relacionar múltiples ontologías (Peng Wang et al. 2004). En el marco de la anotación semántica, los documentos tienden a anotarse independientemente del contenido, para realizar anotaciones incrustadas o no en el texto de las páginas Web. Tales anotaciones se realizan principalmente mediante la utilización de XML, RDF u OWL, utilizando herramientas de anotación que permiten añadir contenido semántico a las páginas Web de Internet (Suárez, Santiago de la Fuente & Anguita 2007).

Efectivamente, aunque la Web Semántica es muy útil, no es fácil de crear, ya que uno de los requisitos previo es la creación de datos semánticos para adherirse a las páginas web (Wu et al. 2007). De esta forma, al igual que cualquier otra tecnología, la Web Semántica no tendrá éxito si no responde a las necesidades de los usuarios. Para ello, existen herramientas que simulan las anotaciones que realiza un lector mientras analiza el texto de un libro. Dichas herramientas ayudan a crear anotaciones semánticas en los documentos durante o después de su composición. Para automatizar parcialmente los procesos involucrados, se requiere de técnicas de desambiguación lingüística para descubrir el significado de una palabra en un contexto específico, basándose en un vocabulario ontológico, en algunos casos Wordnet<sup>4</sup>. Esta información semántica es anotada sobre el documento, normalmente utilizando RDF, y almacenada para su posible reutilización (Che-Yu Yang, Hua-Yi Lin 2010). De esta forma, la mayoría de las herramientas existentes permiten a usuarios con escasos conocimientos sobre web semántica crear documentos semánticos.

A continuación se describen diferentes iniciativas y aplicaciones que permiten realizar anotaciones en documentos digitales.

## ***2.2.1 Herramientas de Anotación Externas***

### ***2.2.1.1 Annotea***

Annotea (Koivunen 2005) es un proyecto basado en *Web Semántica* inspirado fundamentalmente en los problemas que enfrentan los usuarios al utilizar aplicaciones bajo entornos de programación colaborativa. Se generan metadatos en forma de objetos Annotea como *anotaciones*, *respuestas* y *tópicos*. Los objetos Annotea también permiten a los usuarios generar metadatos a partir de los ya disponibles, más allá de su propósito original, para muchas

---

<sup>4</sup> <http://es.wikipedia.org/wiki/WordNet>

otras aplicaciones de Web Semántica. Todos estos conceptos son de uso común: metáforas familiares que son lo suficientemente generales como para adaptarse a diferentes propósitos. Como resultado, los usuarios pueden crear metadatos RDF que pueden ser fusionados, consultados y mezclados con otros metadatos.

En Annotea una anotación puede ser un comentario, una nota, una explicación o cualquier texto que se pueda adjuntar a un documento Web externamente, es decir, sin necesidad de tocar el documento mismo. El usuario recibe las notas de un servidor o varios, adjuntas a un documento junto con éste, y puede ver qué piensan sus colegas del documento.

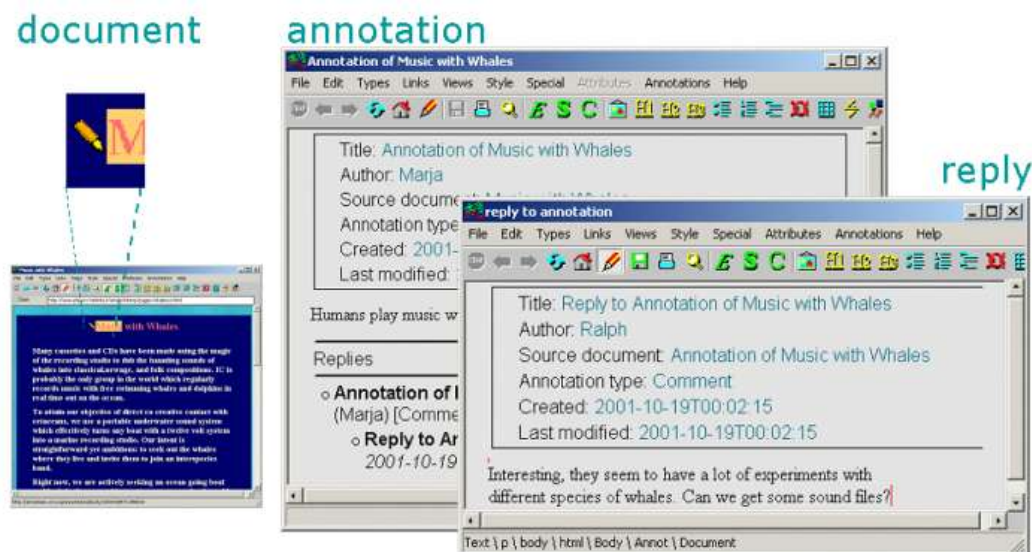


Figura 1. Amaya: interfaz de anotaciones -captura tomada de (Koivunen 2005)

Dentro de las tecnologías utilizadas para crear el proyecto se ha desarrollado un navegador Web propio, llamado Amaya, para poder ver y crear las anotaciones. Annotea es un proyecto W3C LEAD (*Live Early Adoption and Demonstration*) bajo la iniciativa *Semantic Web Advanced Development* (SWAD). El proyecto está basado en el esquema de anotaciones RDF para describir anotaciones como metadatos, y en XPointer<sup>5</sup> para localizar las anotaciones en los documentos de anotaciones. Además cuenta con: (i) herramientas de colaboración asíncrona (foros de discusión, autómatas de flujo de trabajo, sistemas de anotación, filtrado colaborativo), (ii) integración de la orquestación en tiempo real de audio y vídeo y la Web (integración de vídeo en HTML, SMIL, etc), (iii) editores (sincrónico, editores de hipertexto, etc), y (iv) edición asíncrona distribuida (Amaya, Jigsaw, Jigedit, WebDAV).

<sup>5</sup> <http://www.w3.org/TR/xptr/>

Annotea permite que cada usuario de la web pueda personalizar la vista de las anotaciones correspondientes a los grupos de colaboración al que pertenezca. Los usuarios de Annotea pueden controlar las anotaciones y seleccionar los servidores a los que querían suscribirse para recuperar los metadatos de anotación. Además, Annotea proporciona los medios para hacer un filtrado más detallado de las anotaciones (por ejemplo, mostrar las anotaciones creadas por un determinado usuario). En la figura 1 se muestra la pantalla de anotaciones de Amaya.

Figura 2. Formulario de inicio de sesión en MemoNote -captura tomada de (Azouaou, Desmoulin 2006)

Figura 3. Creación de anotaciones en MemoNote utilizando patrones -captura tomada de (Azouaou, Desmoulin 2006)

### **2.2.1.2 MemoNote**

El diseño de la herramienta MemoNote (Azouaou, Desmoulins 2006) se basa fundamentalmente en analizar anotaciones según el contexto en que se encuentre el lector, para lograr una herramienta con funcionalidades sensibles al contexto. Esto significa que las herramientas pueden integrar en el contexto actual cualquier información que pueda ser utilizada para caracterizar la situación de las entidades que se consideren relevantes para la actividad de anotación en MemoNote, a fin de prestar servicios relevantes para el usuario, dependiendo de la relevancia de la tarea del usuario.

MemoNote está guiada por ontologías, expresadas en RDF. Cuando el usuario inicia MemoNote se le pide que seleccione una ontología adecuada y que especifique los atributos de contexto de anotación a partir de dicha ontología (Figura 2). Como se puede ver en la Figura 3, MemoNote permite realizar anotaciones relacionadas con el contexto a través de patrones. Para realizar anotaciones utilizando un formulario de anotaciones específico, el usuario elige un patrón de la barra de herramientas. MemoNote despliega, entonces, el formulario correspondiente en el documento.

### **2.2.1.3 Vannotea**

Vannotea es una aplicación diseñada para permitir a grupos de colaboración discutir y comentar las colecciones de imágenes, vídeo, audio u objetos 3D (Schroeter et al. 2006). El sistema ha sido diseñado específicamente para capturar y compartir discurso académico y anotaciones acerca de datos multimedia. La aplicación permite buscar objetos multimedia, reproducir videos con diferentes formatos, y contiene además una herramienta que permite crear, editar y buscar anotaciones.

La implementación consiste en la combinación y extensión de una serie de aplicaciones de estándares en código abierto:

- La anteriormente introducida iniciativa Annotea.
- Jabber. Servicio que proporciona la mensajería instantánea necesaria para el uso compartido de aplicaciones en tiempo real y registro de eventos.
- Shibboleth. Iniciativa de Internet2 middleware que permite la gestión de identidades y el acceso seguro a los recursos web compartido entre organizaciones.

- XACML (eXtensible Access Control Markup Language). Lenguaje basado en XML para la definición del lenguaje y la aplicación de las políticas de control de acceso.



**Figura 4. Interfaz de usuario Vannotea -captura tomada de (Schroeter et al. 2006)**

Vannotea permite añadir diferentes anotaciones de forma simultánea a un documento (mediante el protocolo abierto basado en el estándar XML Jabber, que permite el paso de mensajes y conferencias de audio y vídeo) de forma asincrónica y autónoma (ver Figura 4).

 The image shows a screenshot of the "Annotea: Post Annotation" dialog box. It has a title bar with the text "Annotea: Post Annotation". Inside the dialog, there are four input fields: "Title" with the text "Review ISWC06", "Type" with a dropdown menu showing "Evaluation", "Rank" with a dropdown menu showing "VeryGood", and "Language" with a dropdown menu showing "en English". Below these fields are two tabs: "Body" and "Policy". The "Body" tab is selected, and it contains three sub-tabs: "Plain Text", "URL", and "File". The "Plain Text" sub-tab is selected, and it contains the text "This looks like a very interesting topic. It might be useful to include some additional diagrams."

**Figura 5. Creación o modificación de anotaciones -captura tomada de (Schroeter et al. 2006)**

Las anotaciones se almacenan en un servidor Annotea. Su acceso, recuperación y reutilización se controla a través del gestor de identidades Shibboleth y las políticas de acceso XACML. La figura 5 muestra la interfaz para crear y añadir una anotación a un objeto multimedia.



#### 2.2.1.4 Trellis Web

Trellis Web<sup>6</sup> es un entorno interactivo en el cual los usuarios pueden añadir sus observaciones, puntos de vista y conclusiones sobre la información que analizan, realizando anotaciones semánticas a los documentos y a otros recursos en línea. Es una forma de aprender en la que el usuario puede añadir nuevo conocimiento al sistema basándose en su propia experiencia mientras analiza la información. Con el uso de un navegador web, el usuario puede realizar anotaciones y ver las notaciones de los demás usuarios (Gil et al. 2004).

Trellis Web

User: viewer

New Purpose	Save	Refresh	Logout	Help	DTD	XML Schema	RDF Schema	DAML Ontology
Should I Hire Bill Gates	<a href="#">Edit/View</a>	<a href="#">XML</a>	<a href="#">RDF</a>	<a href="#">RDF Topics</a>	<a href="#">DAML</a>	<a href="#">Rename</a>	<a href="#">Delete</a>	
Buffer Overrun Paper	<a href="#">Edit/View</a>	<a href="#">XML</a>	<a href="#">RDF</a>	<a href="#">RDF Topics</a>	<a href="#">DAML</a>	<a href="#">Rename</a>	<a href="#">Delete</a>	
Mission To Athens	<a href="#">Edit/View</a>	<a href="#">XML</a>	<a href="#">RDF</a>	<a href="#">RDF Topics</a>	<a href="#">DAML</a>	<a href="#">Rename</a>	<a href="#">Delete</a>	
Test Purpose	<a href="#">Edit/View</a>	<a href="#">XML</a>	<a href="#">RDF</a>	<a href="#">RDF Topics</a>	<a href="#">DAML</a>	<a href="#">Rename</a>	<a href="#">Delete</a>	
Which Car Should I buy	<a href="#">Edit/View</a>	<a href="#">XML</a>	<a href="#">RDF</a>	<a href="#">RDF Topics</a>	<a href="#">DAML</a>	<a href="#">Rename</a>	<a href="#">Delete</a>	
Should I Visit India	<a href="#">Edit/View</a>	<a href="#">XML</a>	<a href="#">RDF</a>	<a href="#">RDF Topics</a>	<a href="#">DAML</a>	<a href="#">Rename</a>	<a href="#">Delete</a>	
Use of biological weapons by Iraq	<a href="#">Edit/View</a>	<a href="#">XML</a>	<a href="#">RDF</a>	<a href="#">RDF Topics</a>	<a href="#">DAML</a>	<a href="#">Rename</a>	<a href="#">Delete</a>	
Test purpose	<a href="#">Edit/View</a>	<a href="#">XML</a>	<a href="#">RDF</a>	<a href="#">RDF Topics</a>	<a href="#">DAML</a>	<a href="#">Rename</a>	<a href="#">Delete</a>	
Explanation of the Bermuda Triangle	<a href="#">Edit/View</a>	<a href="#">XML</a>	<a href="#">RDF</a>	<a href="#">RDF Topics</a>	<a href="#">DAML</a>	<a href="#">Rename</a>	<a href="#">Delete</a>	

Note:  
All the Markup files are kept on the server in a non web shared directory. If the files are required to be hosted, they can be saved locally.  
Any Comments or Suggestions, Please mail us

Figura 6. Trellis Web -captura tomada de (Gil et al. 2004)

Trellis Web incluye un vocabulario para anotaciones semánticas. La versión inicial de este vocabulario está disponible como un esquema / ontología en XMLS, RDFS, y DAML+OIL. Trellis Web permite a los usuarios extender este vocabulario utilizando una interfaz incluida en la aplicación con este fin. El sistema genera anotaciones en XML, RDF y DAML+OIL de acuerdo con el esquema y la ontología del vocabulario de anotaciones de Trellis Web (Gil et al. 2004).

#### 2.2.1.5 EspiritUs

EspiritUs (Fernandes et al. 2005) es una herramienta de anotación basada en tecnologías XML y en *web services* que permite a los usuarios crear, compartir y buscar anotaciones en la web. Los usuarios pueden complementar los documentos con comentarios, sugerencias u otras informaciones. Es una herramienta que ayuda a promover la web semántica y la mejora de los

<sup>6</sup> <http://trellis.semanticWeb.org/>

metadatos de bibliotecas digitales. A continuación se enumeran las principales características de EspiritUs:

- Permite a los usuarios crear y editar anotaciones a recursos web desde cualquier lugar con conexión a Internet y hacer que las anotaciones estén disponibles, independientemente de donde éstas se hicieron.
- Las anotaciones se asocian de manera inequívoca con cada uno de los recursos web.
- Los usuarios de EspiritUs pueden crear anotaciones públicas y privadas. Las anotaciones públicas son visibles para todos los usuarios, mientras que las privadas lo son únicamente para sus autores.
- A diferencia de otros motores de anotaciones, EspiritUs no debe alterar en modo alguno el aspecto visual de los sitios web visitados.



**Figura 7. EspiritUS en Internet Explorer -captura tomada de (Fernandes et al. 2005)**

EspiritUs se basa fuertemente en un sistema de archivos como mecanismo de almacenamiento. A diferencia de las bases de datos relacionales, el sistema de archivos no tiene mecanismos intrínsecos de búsqueda. Para que sea posible buscar las anotaciones de una manera eficiente, es necesario el uso de una aplicación de indexación para crear una búsqueda de anotaciones indexada. EspiritUs utiliza Microsoft's Indexing Service, que por defecto sólo filtra HTML, mensajes MIME, documentos Office y archivos de texto simple. Para habilitar el

servicio para extraer información relevante y de calidad de Archivos XML, se ha instalado y configurado un filtro QLXFilter para analizar valores y atributos XML, tales como el URL y el autor.

Se ha creado, así mismo, una biblioteca de servicios para aceptar solicitudes de búsqueda de los documentos XML y proporcionar respuesta a las mismas. EspiritUs utiliza la biblioteca cuando hace búsquedas de texto libre y búsquedas relacionadas con fechas y cuando recupera todas las anotaciones de un solo usuario. Para permitir que cualquier usuario pueda anotar los recursos web con EspiritUs, se ha desarrollado un componente para ser utilizado en Internet Explorer 5.0 o superior: después de instalar el plug-in el navegador presenta la barra de EspiritUs, en la que se pueden añadir, editar y eliminar anotaciones (Figura 7).



Figura 8. WebAnnotet integrado con Firefox -captura tomada de (Mostefai, Azouaou & Balla 2010)

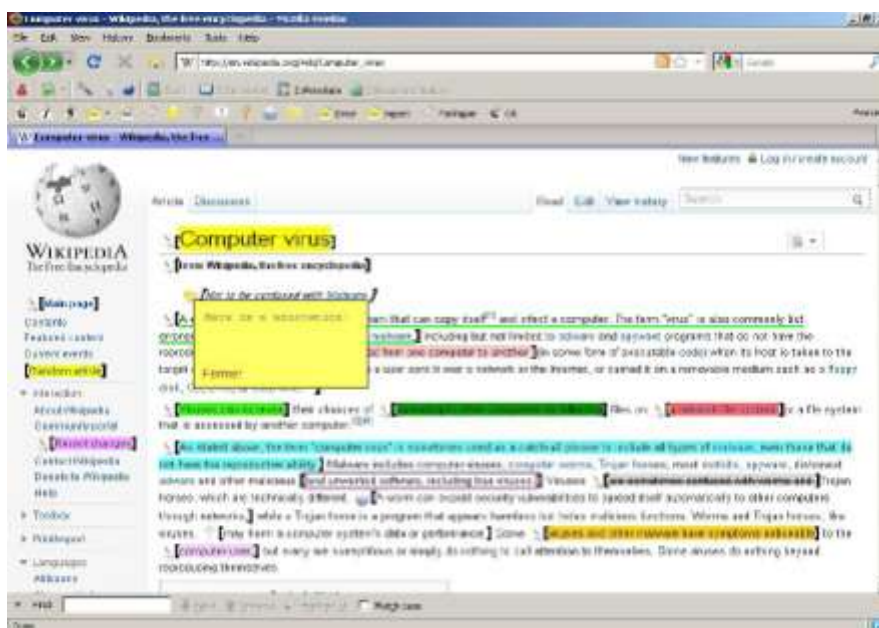


Figura 9. Pagina Web con anotaciones realizadas con WebAnnotet -captura tomada de (Mostefai, Azouaou & Balla 2010)

### 2.2.1.6 WebAnnot: un prototipo de PAML

PAML (*Personal Annotation Memory for Learner*) (Mostefai, Azouaou & Balla 2010) tiene como objetivo ayudar a los alumnos en su proceso de aprendizaje mediante la actividad de anotación. El alumno puede construir su propia memoria externa, que es el conjunto de anotaciones que crea en sus documentos pedagógicos. WebAnnot es un prototipo del modelo PAML. WebAnnot se integra como una barra de herramientas para Firefox (Figura 8). La figura 9 muestra el aspecto de una página Web una vez realizadas las anotaciones con WebAnnot.

### 2.2.1.7 ConAnnotator

ConAnnotator (Wu et al. 2007) es un sistema de anotación basado en ontologías que permite el trabajo cooperativo. Su objetivo es apoyar el proceso de anotación, así como la creación de ontologías. La semi-creación automática de anotaciones basadas en ontologías y la gestión de la información estadística sobre la historia de la anotación, que facilita el proceso de anotación, hace que los documentos anotados se relacionen con la ontología y la construcción de la Web Semántica, y en última instancia ayuda a los usuarios a desarrollar sus propias ontologías.



Figura 10. Interfaz de usuario de ConAnnotator -captura tomada de (Wu et al. 2007)

ConAnnotator realiza anotaciones automáticamente utilizando ontologías. ConAnnotator utiliza la *Google Web API* para rastrear los recursos de la WWW, de páginas web u otros formatos de archivos. Los resultados se almacenan en el *Crawled Repository*, donde se procesan.

La interfaz de usuario de ConAnnotator se divide en 5 partes: barra de funciones, navegador conceptual (incluyendo el navegador por palabras clave), editor de anotación de recursos, explorador de recursos, y lista de recursos. La interfaz se muestra en la Figura 10.

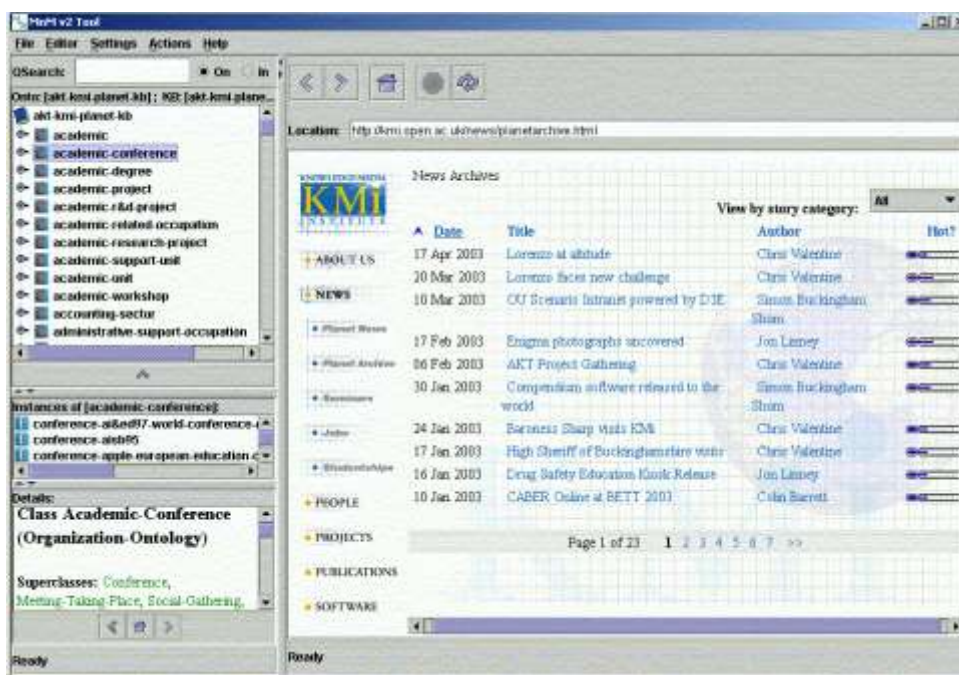


Figura 11. Biblioteca de modelos de conocimiento en MnM -captura tomada de (Vargas-Vera et al. 2002)

## 2.2.2 Herramientas de Anotación de Autor

### 2.2.2.1 MnM

MnM<sup>7</sup> es una herramienta de anotación que ofrece soporte automatizado y semi-automatizado para realizar anotaciones a páginas web con contenidos semánticos. Esta aplicación integra un navegador web con un editor de ontologías y proporciona APIs de código abierto para vincularla a los servidores de ontologías y para la integración de herramientas de extracción de información. MnM puede ser considerado como un editor de ontologías, basado en la Web, orientado al marcado semántico que además proporciona mecanismos automáticos de

<sup>7</sup> <http://kmi.open.ac.uk/projects/akt/MnM/>

marcado de páginas web (Vargas-Vera et al. 2002). MnM trabaja con diferentes lenguajes de ontologías como RDF, DAML+OIL y OCML.

En la Figura 11 se puede ver que MnM consta de tres ventanas principales: la ventana de la derecha es un navegador web, las ventanas en el formulario de la izquierda un navegador de ontología, la ventana superior muestra una vista de alto nivel, y la ventana del fondo muestra la estructura detallada.

#### 2.2.2.2 CREAM *OntoMat-Annotizer*

CREAM (Hands Schuh 2002) es la abreviatura de CREating Metadata (creando metadatos). Es un esquema o framework para agregar metadatos relacionales a páginas web, de forma fácil y cómoda.

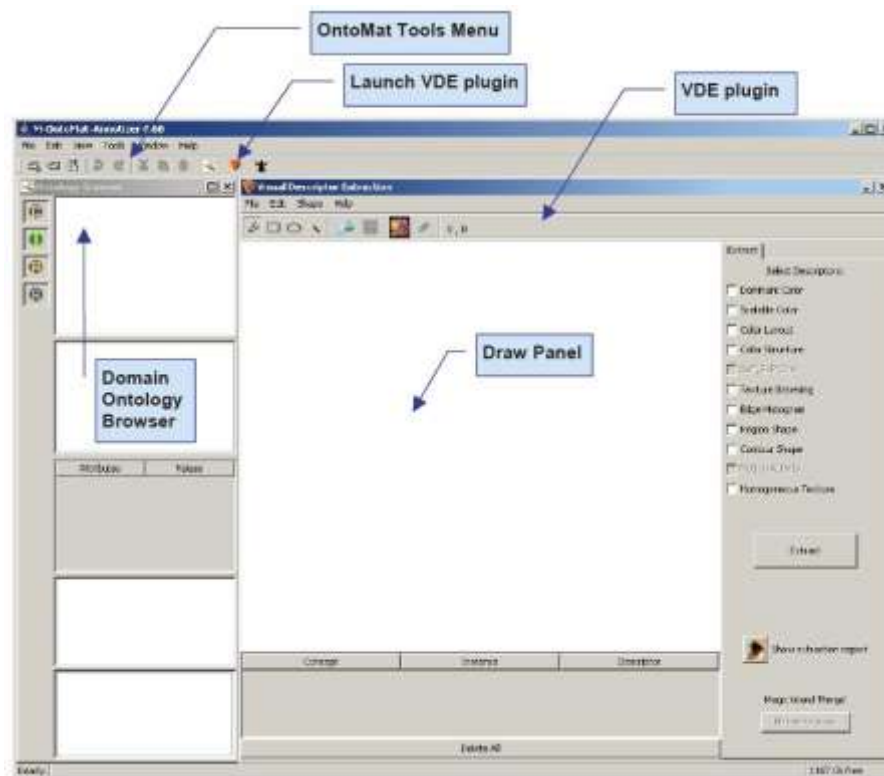


Figura 12. OntoMat-Annotizer -captura tomada de (Saathoff et al. 2006)

CREAM puede ser considerado como un framework para el marcado de la web semántica, particular para adquirir conocimiento, para anotaciones y para la elaboración de páginas web con énfasis en los metadatos. Para realizar las anotaciones se utiliza Ont-O-Mat, una herramienta creada por los autores de CREAM. La última versión de esta aplicación se llama OntoMat-

Annotizer<sup>8</sup>, que es una herramienta de anotación de páginas Web interactiva y amigable. Ayuda a los usuarios en la tarea de crear y mantener ontologías basadas en DAML+OIL, como, por ejemplo, crear instancias, atributos y relaciones. Incluye un navegador de ontologías por el cual se pueden explorar las ontologías y las instancias, además de un navegador HTML que visualiza las partes del texto con anotaciones.

Ont-O-Mat ofrece tres modos de interacción. Cada uno de estos modos permite cambiar fácilmente entre los entornos de autoría de páginas web y las anotaciones. Los modos de interacción en Ont-O-Mat son de anotación:

- Por escritura de enunciados (Annotation by Typing Statements)
- Por marcado (Annotation by Markup)
- En la elaboración de páginas web (Annotation by Authoring Web Pages)

La Figura 12 muestra la pantalla principal de Ont-O-Mat.

### 2.2.2.3 SHOE Knowledge Annotator

SHOE (Simple HTML Ontology Extensions) (Heflin, Hendler 2001) es una pequeña extensión de HTML que permite a los desarrolladores de páginas web crear documentos web con tecnología OCR (reconocimiento óptico de caracteres) incluida, de manera que sean legibles a los ordenadores (*machine readable*).<sup>9</sup>



Figura 13. Pantalla principal SHOE –captura tomada de (Heflin et al. 2001)

<sup>8</sup> <http://annotation.semanticWeb.org/ontomat/index.html>

<sup>9</sup> <http://www.cs.umd.edu/projects/plus/SHOE/>

SHOE cuenta con una herramienta de anotación llamada SHOE Knowledge Annotator<sup>10</sup>. Es un programa desarrollado en Java que permite a los usuarios realizar anotaciones a páginas HTML aunque no dispongan de conocimiento de este lenguaje, guiados por ontologías disponibles a nivel local o a través de URL (Uren et al. 2006).

### 2.2.3 Comparación

La tabla 1 proporciona una visión unificada de las distintas herramientas de anotación desde el punto de vista de las tecnologías empleadas, así como de sus principales atributos. Por su parte, la tabla 2 realiza una comparación de las mismas en base a distintas perspectivas.

**Tabla 1. Descripción y comparación de herramientas de anotación (1)**

HERRAMIENTA	TECNOLOGÍA	DESCRIPCION / ATRIBUTOS
Annotea	RDF, HTML, Amaya, Jigsaw, Jigedit, WebDAV	<ul style="list-style-type: none"> <li>Annotea es un proyecto W3C LEAD (<i>Live Early Adoption and Demonstration</i>)</li> <li>Proyecto bajo la <i>Semantic Web Advanced Development</i> (SWAD),</li> <li>Está basado en el esquema de anotaciones RDF para describir anotaciones como metadatos,</li> <li>XPointer para localizar las anotaciones en los documentos de anotaciones</li> </ul>
MemoNote	RDF	<ul style="list-style-type: none"> <li>Para representar las ontologías se ha utilizado el lenguaje RDF</li> </ul>
Vannotea	XML	<ul style="list-style-type: none"> <li>Basada en Annotea</li> <li>Uso de Jabber: proporciona la mensajería instantánea necesaria para el uso compartido de aplicaciones en tiempo real y registro de eventos.</li> <li>Uso de Shibboleth: una iniciativa de Internet2 middleware que permite la gestión de identidades y acceso seguro a los recursos web compartido entre organizaciones.</li> <li>Uso de XACML (eXtensible Access Control Markup Language): basado en XML para la definición de lenguajes y la aplicación de las políticas de control de acceso.</li> </ul>
Trellis Web	XMLS, RDFS, y DAML+OIL	<ul style="list-style-type: none"> <li>Incluye un vocabulario extensible para anotaciones semánticas.</li> <li>El sistema genera anotaciones en XML, RDF y DAML+OIL de acuerdo con el esquema y la ontología del vocabulario de anotaciones indicado.</li> </ul>
EspiritUs	HTML, mensajes MIME, documentos Office archivos de texto simple. Archivos XML, filtro QLXFilter para analizar los valores y atributos XML	<ul style="list-style-type: none"> <li>Permite a los usuarios crear y editar anotaciones a recursos web desde cualquier lugar con conexión a Internet y poner las anotaciones disponibles, independientemente de donde las anotaciones se hicieron.</li> <li>Las anotaciones se asocian inequívocamente con cada uno de los recursos web.</li> <li>Los usuarios de EspiritUS pueden crear anotaciones públicas y privadas.</li> <li>A diferencia de otros motores de anotaciones, EspiritUs no debe alterar en modo alguno el aspecto visual de los sitios web visitados.</li> </ul>
WebAnnot		<ul style="list-style-type: none"> <li>Uso de PAML (Personal Annotation Memory for Learner), que tiene como objetivo ayudar a los alumnos en su proceso de aprendizaje mediante la actividad de anotación.</li> </ul>
ConAnnotator		<ul style="list-style-type: none"> <li>Barra de funciones,</li> <li>Navegador conceptual</li> </ul>

<sup>10</sup> <http://www.cs.umd.edu/projects/plus/SHOE/KnowledgeAnnotator.html>



		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Editor de anotación de recursos</li> <li>• Explorador de recursos</li> <li>• Lista de recursos</li> </ul>
<b>MnM</b>	RDF, DAML+OIL y OCML	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Navegador Web con un editor de ontologías.</li> <li>• APIs abiertas para enlazar MnM con servidores de ontologías e integración de MnM con herramientas de extracción de información.</li> <li>• Trabaja con diferentes lenguajes de ontologías como RDF, DAML+OIL y OCML.</li> </ul>
<b>OntoMat-Annotizer</b>	DAML+OIL	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Framework para el marcado de la web semántica.</li> <li>• Puede ser considerado como un framework particular para la adquisición de conocimiento.</li> <li>• Es un framework para anotaciones.</li> <li>• Es un framework para la creación de páginas web con énfasis en los metadatos.</li> </ul>
<b>SHOE Knowledge Annotator</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herramienta que permite realizar anotaciones en documentos Web sin tener que preocuparse de los códigos HTML, pues añade las etiquetas necesarias automáticamente.</li> </ul>

**Tabla 2. Descripción y comparación de herramientas de anotación (2)**

Herramienta de anotación	Lenguajes, formatos de importación y exportación	Estándares en los que está basado, requerimientos de infraestructuras	Dónde se almacenan las anotaciones
<b>Annotea</b>	RDF(S) XLink, XPointer	HTML, XHTML y XML	En local o en servidor de anotaciones
<b>MemoNote</b>	RDF, OWL	XML	servidor de anotaciones
<b>Vannotea</b>	XML	MPEG-2, JPEG2000	servidor de anotaciones
<b>Trellis Web</b>	ontologías de tipo RDF, DAML+OIL y OWL	<p>Estándares que soporta: XML, RDF, DAML+OIL y OWL.</p> <p>Las ontologías se crean en XML y se visualizan en HTML</p>	Las anotaciones se almacenan en un servidor de anotaciones o localmente. Se generan las anotaciones siguiendo varios tipos de lenguaje de marcas como pueden ser: XML, RDF y DAML+OIL
<b>EspiritUs</b>	XML	HTML, mensajes MIME, documentos Office y archivos de texto simple	servidor de anotaciones
<b>WebAnnot: un prototipo de PAML</b>			servidor de anotaciones
<b>ConAnnotator</b>			servidor de anotaciones
<b>MnM</b>	MnM trabaja con ontologías de tipo RDF, DAML+OIL y OCML de WebOnto, creadas empleando herramientas de terceras personas, y las instancias creadas a partir de las anotaciones se pueden almacenar en bases de conocimientos de tipo RDF o DAML+OIL, o en un servidor	<p>Los lenguajes con los que trabaja son: OCML de WebOnto, RDF y DAML+OIL</p> <p>Los documentos con las anotaciones se pueden almacenar en: formato texto, HTML o XML. Las anotaciones se indican con etiquetas XML.</p>	<p>Las anotaciones de guardan junto al documento anotado en formato XML, en un archivo nuevo de tipo texto, HTML o XML en el ordenador local.</p> <p>Las ontologías a emplear para realizar las anotaciones se pueden acceder desde un archivo local (tipo RDF o</p>

	WebOnto	Para instalar la herramienta se requiere Java 1.4.1 o superior	DAML+OIL) o desde un servidor de ontologías remoto tipo WebOnto.  Las instancias generadas con las anotaciones se pueden guardar en un archivo de base de conocimiento local (tipo RDF o DAML+OIL) o en un servidor tipo WebOnto
<b>CREAM</b>  <b>OntoMat-Annotizer</b>	OntoMat trabaja con ontologías de tipo DAML+OIL, lenguaje basado en RDF. No tiene opciones de importación/exportación	Las ontologías con las que trabaja deben estar escritas con: lenguaje DAML+OIL, un lenguaje de ontologías basado en RDF.  Las anotaciones se almacenan en los documentos como marcas XML en formato RDF	Las anotaciones se guardan como marcas XML en el documento anotado en un archivo local.  Las ontologías a emplear para realizar las anotaciones se acceden desde un archivo local de extensión “.daml”, donde la ontología estará escrita en RDF
<b>SHOE Knowledge Annotator</b>	SHOE&SGML: SHOE ha sido diseñada como una aplicación de SGML (Standard Generalized Markup Language), un estándar ISO para anotar documentos.	Se necesita Java Development Kit (version 1 o superior) o Java Runtime Environment para trabajar con la herramienta.	Las anotaciones se insertan en el propio código HTML

## 2.3 Repositorios de Recursos Digitales y de Objetos de Aprendizaje

### 2.3.1 Repositorios de Recursos Digitales

La *International Standard Bibliographic Description* (ISBD) en el 1997 definió de manera formal el concepto *recurso digital* como todo material codificado para ser manipulado por un ordenador y consultado de manera directa o por acceso electrónico remoto. Esta definición abarca cualquier contenido digital, como por ejemplo enlaces, vídeos, imágenes, presentaciones, etc. Los repositorios de recursos digitales pueden ser considerados como servicios web especializados en gestionar este tipo de recurso, permitiendo buscar, guardar, compartir y publicar recursos digitales, convirtiéndose en la infraestructura clave para el desarrollo, almacenamiento, administración, localización y recuperación de todo tipo de contenido digital, ya que clasifican los objetos de acuerdo a su uso.

Una de las funcionalidades más importantes de los repositorios de recursos digitales es la recuperación de recursos. Para ello, dichos recursos se anotan con metadatos adecuados. Una vez

almacenados, es posible llevar a cabo consultas que pueden ser realizadas según una gran cantidad de criterios. Una vez recuperados los objetos digitales, estos pueden ser modificados, descargados o eliminarse según las funciones establecidas en la aplicación. En el caso de vídeos, documentos y presentaciones, algunas herramientas permiten visualizar dichos recursos dentro del propio navegador, sin tener que descargarlos y abrirlos con una aplicación de escritorio específica.

### **2.3.2 Repositorios de Objetos de Aprendizaje**

Los repositorios de objetos digitales más conocidos son los de carácter académico e institucional. Estos repositorios han sido creados con el objetivo de organizar, archivar, preservar y difundir la producción intelectual resultante de la actividad investigadora de este tipo de entidades. Muchas de estas instituciones académicas desarrollan software para administrar cursos, el cual se compone de una serie de herramientas de colaboración como foros, lecciones académicas etc. Sin embargo, estas generalmente no son reutilizables en otras aplicaciones, de manera que se hace necesario construir repositorios para soportar herramientas de colaboración con el concepto de objetos de aprendizaje reutilizables, que además permitan a cualquier usuario, construir y agregar sus propios recursos.

#### **2.3.2.1 Objetos de aprendizaje**

Los *objetos de aprendizaje* han venido a dar respuesta a la necesidad de los profesores de tener a su disposición material educativo reutilizable, organizado y que pueda ser encontrado con facilidad en la red. El concepto de *objeto de aprendizaje* está directamente asociado a la reutilización de objetos entre plataformas o entre sistemas educativos. (López Guzmán, García Peñalvo & Pernías Peco 2005)

El término objeto de aprendizaje fue popularizado por Wayne Hodgins en 1994, en el marco del grupo de trabajo de la CEDMA<sup>11</sup> "Arquitecturas de aprendizaje, API y Objetos de Aprendizaje". Desde entonces, este concepto se ha convertido en el Santo Grial de la creación y agregación de contenidos en el campo del aprendizaje soportado por computador (Polsani 2003). No obstante, en la actualidad, la variedad de formatos, tamaños y formas que puede tener un objeto de aprendizaje ha creado un sin número de definiciones, que en muchos casos no

---

<sup>11</sup> Computer Education Management Association: <http://www.cedma.org>

satisfacen en su totalidad la magnitud del significado del concepto. El término de objeto de aprendizaje se emplea con frecuencia con poco sentido crítico, debido a la grave falta de precisión a la hora de definir el concepto, lo que se hace evidente en la gran cantidad de definiciones y usos de mismo. A continuación se presentan diferentes definiciones del término *objeto de aprendizaje*:

- “Una entidad, digital o no digital, que puede ser utilizada, reutilizada y referenciada durante el aprendizaje apoyado en la tecnología”(Lts 2000).
- “Cualquier recurso digital que puede ser reutilizado para apoyar el aprendizaje” (Wiley 2002).
- “Un Objeto de Aprendizaje es cualquier entidad, digital o no digital, que puede ser usada, re-usada o referenciada durante el aprendizaje apoyado por tecnología. Algunos ejemplos de aprendizajes apoyados por tecnologías incluyen los siguientes: sistemas de entrenamiento basados en computador, entornos de aprendizaje interactivos, sistemas inteligentes de instrucción apoyada por computador, sistemas de aprendizaje a distancia y entornos de aprendizaje colaborativos. Algunos ejemplos de Objetos de Aprendizaje pueden ser: contenidos multimedia, contenido instruccional, objetivos de aprendizaje, software instruccional y herramientas de software, y personas, organizaciones, o eventos referenciados durante el aprendizaje apoyado por computador”<sup>12</sup>.
- “Una pieza digital de material de aprendizaje que direcciona a un tema claramente identificable o un resultado del proceso de aprendizaje que tiene el potencial de ser reutilizado en diferentes contextos” (Mason R., Weller, M., Pegler, C. 2003).

Desde un punto más pragmático e informático, los objetos de aprendizaje están compuestos de dos partes bien diferenciadas:

- Por un lado el contenido del objeto, representado, normalmente, por un conjunto de archivos digitales.
- Por otro lado las etiquetas o metadatos que describen lo que el objeto de aprendizaje encierra en sí mismo. Estas etiquetas contienen información semántica adicional que

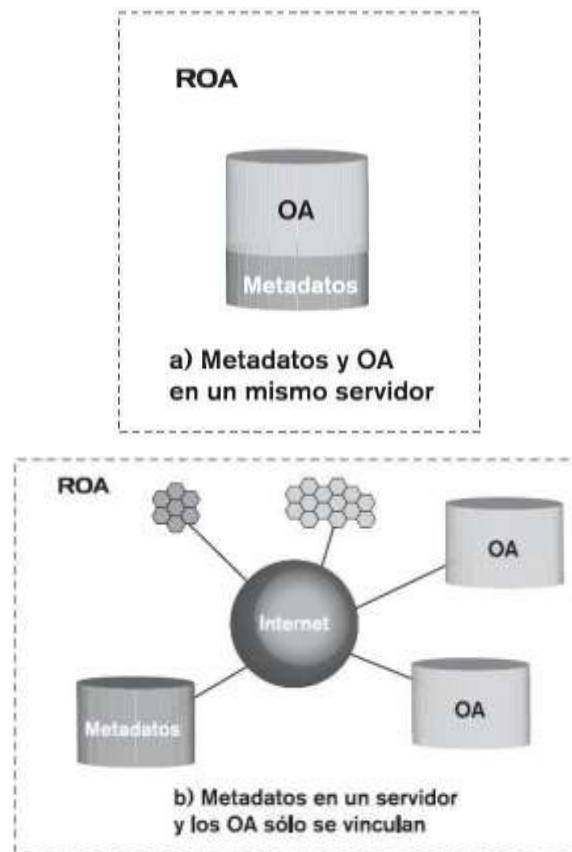
---

<sup>12</sup> El Comité de Estándares de Tecnologías de Aprendizaje (LTSC: Learning Technology Standards Committee. <http://ltsc.ieee.org/doc/wg12/LOMv4.1.htm>)

facilita la búsqueda de objetos de aprendizaje en repositorios de datos y e-learning (Tong-Zhen Zhang, Rui-Ming Shen 2009). Tales etiquetas de metadatos son necesarias porque los objetos de aprendizaje se almacenan en repositorios de objetos de aprendizaje desde donde se reutilizan al integrarse en un curso. Estos repositorios son bases de datos donde la localización del objeto se realiza según su etiquetado.

### 2.3.2.2 Repositorios de Objetos de Aprendizaje

Como ya se ha indicado, los objetos de aprendizaje pueden almacenarse en bases de datos especializadas llamadas *repositorios de objetos aprendizaje*. Tales repositorios pueden clasificarse en dos tipos principales (Figura 14):



**Figura 14. Tipos de ROA por la distribución de los OA –captura tomada de (López Guzmán, García Peñalvo 2006)**

- Los repositorios que contienen tanto los objetos de aprendizaje y los metadatos (Figura 14a).
- Aquellos repositorios que contienen sólo los metadatos (Figura 14b).

En el primer caso, el repositorio puede ser utilizado tanto para localizar como para entregar los objetos. Por su parte, el segundo tipo de repositorios, los que contienen sólo los metadatos, se caracterizan porque los objetos de aprendizaje están localizados en una ubicación remota y el repositorio se utiliza como una herramienta para localizar los objetos de aprendizaje en sí.

La mayoría de repositorios de objetos de aprendizaje contienen una interfaz de usuario basada en web, la cual funciona de manera muy similar a los portales. Además, muchos de estos repositorios contienen mecanismos de búsqueda y listado de categorías de objetos. Así mismo, los repositorios incluyen funcionalidades típicas de base de datos, proporcionando funciones para agregar, modificar, eliminar y buscar elementos.

La forma más común de repositorio de objetos de aprendizaje es la forma centralizada, en la que, como se ha indicado, los metadatos y los contenidos se almacenan en un único servidor o sitio web. Un modelo alternativo es el distribuido, en el que metadatos y contenidos pueden aparecer distribuidos entre diferentes servidores (Downes 2003). A continuación se describen algunos ejemplos de repositorios de objetos de aprendizaje.

#### **2.3.2.2.1 MERLOT**

*Multimedia Educational Repository for Learning and On-line Teaching* (MERLOT) (Cafolla 2006) es un repositorio de datos multimedia educativos para el aprendizaje y la enseñanza on-line. MERLOT ayuda a hacer frente a los problemas de búsqueda de sitios y recursos educativos, facilitando la localización de contenidos entre la gran cantidad de recursos educativos existentes en la web. El repositorio permite integrar los contenidos en el programa de enseñanzas de los profesores, permitiendo evaluar y determinar el valor docente de cada sitio web. Es un repositorio virtual de recursos educativos donde los miembros de la comunidad MERLOT realizan publicaciones y comentarios a enlaces y sitios web basándose en su contenido. Es un repositorio centralizado, que contiene sólo los metadatos y apunta a los objetos situados en lugares remotos. Actúa como un portal de objetos de aprendizaje independiente. Además provee un mecanismo de búsqueda y categorización, además de otro de revisión proporcionado por las comunidades de expertos en diferentes áreas temáticas.

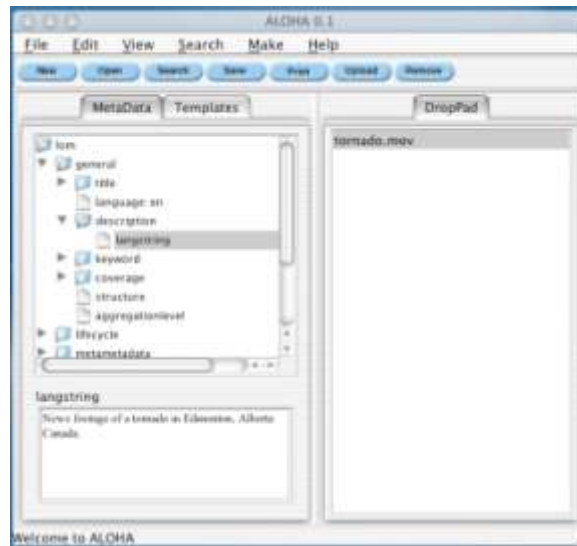


Figura 15. Pantalla principal MERLOT –captura tomada de <http://www.merlot.org/merlot/index.htm>

El motor de búsqueda MERLOT ofrece la opción de búsquedas de cadenas simples y búsquedas avanzadas que le permiten especificar los campos que desea buscar. El servicio de búsqueda avanzada también permite especificar la consultas booleanas (AND / OR) para refinar la búsqueda, además de condiciones adicionales que permiten restringir los resultados de una búsqueda. La Figura 15 muestra una captura de la pantalla principal de MERLOT.

#### 2.3.2.2.2 CAREO

*Campus Alberta Repository of Educational Objects* (CAREO) (Mattson, Norman & Purdy 2002) es un proyecto apoyado por el *Alberta Distance Learning Centre* y por CANARIE (*Canadian Network for the Advancement of Research in Industry and Education*). El sistema es una colección centralizada de objetos de aprendizaje destinados a los educadores en Alberta, Canadá, y tiene como principal objetivo la creación de una colección, basada en la búsqueda en la web, de materiales educativos de varias disciplinas. Es un repositorio independiente que contiene metadatos y proporciona acceso a los objetos de aprendizaje que se encuentran en servidores web remotos. El repositorio CAREO está diseñado para ser un componente modular de un sistema mayor. Actualmente CAREO está integrado en el servidor de metadatos ALOHA (*Advanced Learning Object Hub Application*) que proporciona funcionalidad adicional, como una capa middleware entre ALOHA y la aplicación de navegación del usuario.



**Figura 16. ALOHA –captura tomada de (Mattson, Norman & Purdy 2002)**

La implementación actual de la plataforma del repositorio consta de tres componentes bien diferenciados, el *repositorio*, el *servidor*, y la *aplicación cliente*, cada uno con sus propios requisitos y tecnologías (ver Tabla 3).

**Tabla 3. Tecnologías implicadas en CAREO**

CAREO Repositorio	ALOHA Server	ALOHA aplicación del cliente
<ul style="list-style-type: none"> <li>• WebObjects 5.1 Application Server</li> <li>• Java 2 (J2SE 1.3)</li> <li>• FrontBase 3.5 Database Server</li> <li>• Apache XML-RPC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PHP 4.1.1</li> <li>• MySQL 3.23.47 Database Server</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Java 2 (J2SE 1.3)</li> <li>• SWING</li> <li>• Apache XML-RPC</li> </ul>

### 2.3.2.2.3 POOL

*Portals for On-line Objects in Learning* (POOL) (Richards, Mcgreal & Friesen 2002) es un repositorio cuyo principal objetivo es desarrollar y distribuir herramientas para la creación de repositorios de objetos de aprendizaje distribuidos. Es un repositorio propiciado por el desarrollo de dos tecnologías:

- Una arquitectura distribuida de red peer-to-peer de repositorios de objetos aprendizaje llamados "POND POOL y SPLASH".
- CanCore, un protocolo de metadatos para la catalogación de los objetos de aprendizaje.

Estas tecnologías están diseñados para coexistir y ser compatible entre ellas (G. Richards et al. 2002).



#### 2.3.2.2.4 SMETE

SMETE (*Science, Mathematics, Engineering and Technology Education*) es una *federación* de repositorios de objetos de aprendizaje: un repositorio distribuido que se presenta como una biblioteca digital que integra de forma federada las colecciones de varias bibliotecas de recursos educativos. Cada biblioteca puede contener documentos en diferentes formatos, integrar diferentes sistemas de clasificación, y diferentes esquemas y políticas de gestión de bases de datos. Es parte de la *National SMETE Distributed Library* (NDSL), con la cual comparte un motor de búsqueda común que se llama Emerge y un método para compartir recursos llamado LOVE (*Learning Object Virtual Exchange*) (Chen 2001). La Figura 17 incluye una captura de la pantalla principal de SMETE.



Figura 17. Pantalla principal SMETE –captura tomada de [www.smete.org](http://www.smete.org)

#### 2.3.2.2.5 DSpace

DSpace<sup>13</sup> es un sistema de código abierto creado por las bibliotecas del *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), en colaboración con los laboratorios de Hewlett-Packard. DSpace funciona como un repositorio digital de material educativo producido por los investigadores de la universidad. En este contexto, los profesores e investigadores desarrollan materiales de investigación y publicaciones científicas en formato digital cada vez más complejos, por lo que

<sup>13</sup> <http://www.dlib.org/dlib/january03/smith/01smith.html>

existe la necesidad de reunir, conservar, e indexar estos materiales. Una de las funciones del repositorio consiste precisamente en proteger estos materiales en formato digital, muchos de los cuales nunca han sido publicados por los medios tradicionales de la institución y de sus profesores. El sistema DSpace proporciona la manera de manejar estos materiales de investigación, proporcionándoles mayor visibilidad y accesibilidad en menor tiempo. Además es compatible con todas las funciones que una organización de investigación tiene que ejecutar en un repositorio digital.

DSpace es una herramienta de código abierto. La versión original esta escrita en Java, e incluye un sistema de base de datos relacionales en PostgreSQL, así como un Web server y Java servlet engine (Apache y Tomcat): OAICat de OCLC. También utiliza la tecnología Jena, un *toolkit* RDF de los laboratorios HP. El sistema esta diseñado para la plataforma UNIX (Smith 2003). La Figura 18 muestra la captura de la pantalla principal de DSpace.

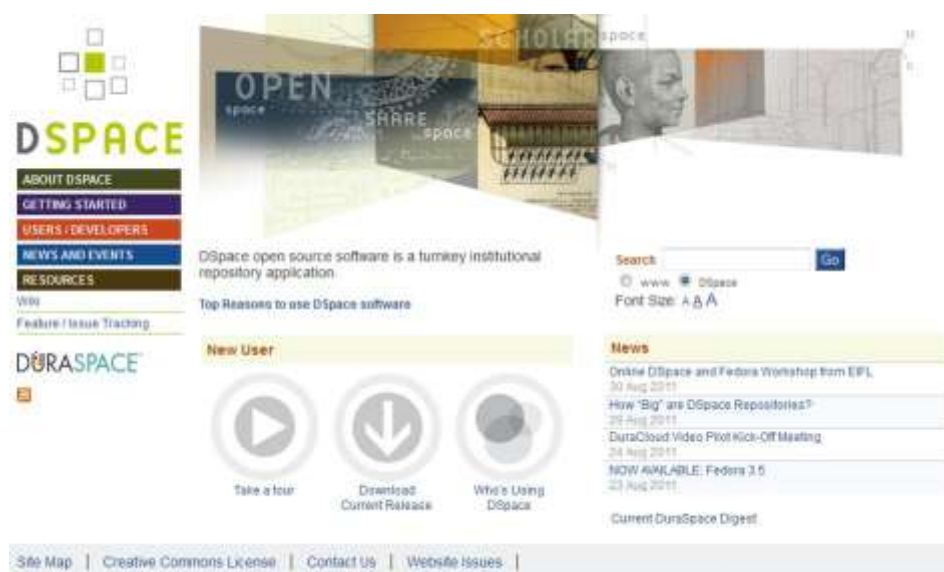


Figura 18. Pantalla principal DSpace –captura tomada de [www.dspace.org/](http://www.dspace.org/)

#### 2.3.2.2.6 AGREGA

AGREGA (Sarasa, Canabal & Sacristán 2009) un repositorio de objetos de aprendizaje SCORM<sup>14</sup> 2004 con el perfil LOM-ES<sup>15</sup>, con nodos distribuidos a lo largo de todas las Comunidades Autónomas de España. Cada repositorio ofrece un conjunto de servicios para la

<sup>14</sup> <http://es.wikipedia.org/wiki/SCORM>

<sup>15</sup> <http://www.lom-es.es/>

gestión de los objetos que almacena. Desde el punto de vista de la interoperabilidad, el sistema cumple dos objetivos básicos:



Figura 19. Pantalla principal AGREGA –captura tomada de <http://www.proyectoagrega.es/default/home.php>

- Crear una funcionalidad modular que pueda ser reutilizada por otras aplicaciones externas, mediante la implementación de una arquitectura de servicios web utilizados por los nodos y cualquier aplicación externa que desee integrarse con Agrega.
- Ser capaz de interactuar con otros repositorios digitales externos. Con el fin de cumplir con este objetivo, se ha decidido implementar IMS DRI<sup>16</sup> y las normas de ICS, lo que garantiza la interoperabilidad entre repositorios.

Agrega es una herramienta útil para integrar las tecnologías de la información y la comunicación en el aula. Tiene como objetivo facilitar la labor de la comunidad educativa permitiendo acceder a cualquier contenido desde cualquier lugar, utilizando distintos criterios de búsqueda. Es una iniciativa global de interés común entre red.es, el Ministerio de Educación y las Comunidades Autónomas, que se centra en los contenidos y en el hecho de compartir criterios comunes de catalogación de los mismos. El Proyecto pretende unir los esfuerzos de generación y aplicación de contenidos digitales curriculares en línea, y la generalización y empleo de dichos contenidos en las aulas del sistema educativo español, y está dirigido a miembros de la comunidad educativa, haciendo especial énfasis en los profesores y alumnos de

<sup>16</sup> [http://www.imsglobal.org/digitalrepositories/driv1p0/imsdri\\_bestv1p0.html](http://www.imsglobal.org/digitalrepositories/driv1p0/imsdri_bestv1p0.html)

enseñanza reglada no universitaria sin conocimientos especializados de tecnología. La Figura 19 muestra la pantalla principal de AGREGA.

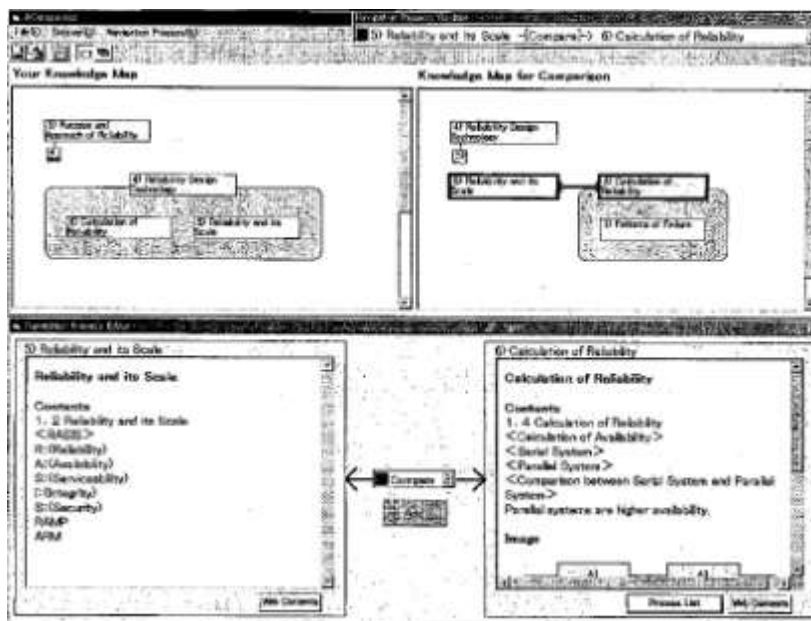


Figura 20. Interfaz de usuario ihComparator –captura tomada de (Kashihara et al. 2003)

#### 2.3.2.2.7 ihComparator

ihComparator (Kashihara et al. 2003) es un repositorio digital que acumula el historial de navegación de los alumnos en la Web. El objetivo principal de este repositorio es permitir a los estudiantes reutilizar el historial de navegación de otros alumnos y profesores. El punto importante hacia la reutilización consiste en representar el historial de navegación para que los alumnos puedan comprender los procesos de construcción de conocimiento. El repositorio aplica de forma interactiva el historial del sistema, para motivar a los estudiantes a realizar anotaciones de su historial de navegación para contribuir con el proceso de construcción de conocimiento de los alumnos. El repositorio digital también cuenta con la instalación de referencias de las que el alumno puede seleccionar algunos historiales de navegación del repositorio para mejorar su proceso de aprendizaje. La instalación de referencias permite a los estudiantes ver el historial de navegación de los demás estudiantes para aprender a navegar antes de aprender los contenidos de la Web. ihcomparator también les permite comparar el historial de navegación con otros historiales para verificar inconsistencias en el historial construido. La Figura 20 ilustra la interfaz de usuario de ihComparator.

## 2.4 A modo de conclusión

El interés de las humanidades digitales de digitalizar y analizar materiales relacionados con las disciplinas tradicionales de las diferentes ramas de las humanidades, ha inducido al desarrollo de técnicas de almacenamiento, recuperación, presentación y difusión del conocimiento para todo el campo humanístico. Con este mismo interés pero específicamente en la rama de Historia, surge la Historia Digital, que tiene como objetivo principal digitalizar todos los eventos históricos registrados a través del tiempo. Esto ha motivado la creación y uso de diferentes tipos de herramientas que permiten realizar esta tarea.

En concreto, a fin de permitir la adecuada catalogación y recuperación de los materiales históricos digitalizados, y, en particular, de los documentos históricos, es necesario anotar de manera adecuada los mismos. Durante la investigación llevada a cabo para la realización de este proyecto académico se han encontrado diferentes herramientas de anotación de recursos, las cuales se han descrito y clasificado según sus principales atributos, considerando que estas pueden dividirse en dos grandes grupos: herramientas de anotación externa y herramientas de anotación de autor. Dentro de las herramientas de anotación externa se han analizado las siguientes: Annotea, MemoNote, Vannotea, Trellis Web, EspiritUs, PAML, y ConAnnotator. En lo que se refiere a las herramientas de anotación de autor, se han analizado MnM, OntoMat-Annotizer, y SHOE Knowledge Annotator.

Así mismo, los recursos y documentos digitalizados y anotados pueden administrarse mediante los repositorios de objetos digitales, que son herramientas que garantizan la gestión y reutilización de este tipo de recursos digitales. En concreto, en este trabajo se ha identificado una fuerte analogía entre los procesos seguidos en Historia Digital y los seguidos por los profesores, investigadores y alumnos en la creación de objetos de aprendizaje reutilizables. Esto permite añadir valor a los documentos históricos, convirtiendo los mismos en objetos de aprendizaje altamente especializados. Dentro de los repositorios de objetos de aprendizaje se encontraron diferentes herramientas que realizan la función de almacenar y administrar objetos de aprendizaje garantizando la reutilización. Entre las aplicaciones analizadas se destacan MERLOT, CAREO, POOL, SMETE, DSpace, AGREGA, e ihComparator.

No obstante, se ha observado que los repositorios de objetos de aprendizaje están muy centrados en modelos de objetos de aprendizaje genéricos, basados en esquemas de metadatos generales (por ejemplo, LOM-ES en AGREGA). Esto también es cierto en relación con las

herramientas de anotación examinadas. Esto puede dificultar la aplicación práctica de estas ideas por parte de los expertos en Historia involucrados en los proyectos de Historia Digital. La situación es similar a la indicada en trabajos como (Sierra et al. 2005)(Navarro et al. 2005)(Sierra et al. 2006). Es por ello que, en el siguiente capítulo, se realiza la concepción y diseño iniciales de un sistema especialmente orientado a la anotación de documentos históricos.

### 3. Descripción del Sistema de Anotación de Documentos Históricos

#### 3.1 Introducción

Como ya se ha indicado en el capítulo anterior, la Historia Digital es un enfoque para el análisis y la representación del pasado que aprovecha las nuevas tecnologías de la comunicación, tales como los ordenadores y la Web, y que se basa en las características esenciales del ámbito digital, tales como las bases de datos, la hipertextualización y las redes, para crear y compartir conocimiento histórico<sup>17</sup>. En este sentido, es posible observar una analogía y sinergia claras entre los procesos llevados a cabo en Historia Digital y los llevados a cabo en la creación de repositorios de objetos de aprendizaje digitales. Efectivamente, el valor educativo de los materiales históricos digitalizados resulta indudable, por lo que entender los mismos como objetos de aprendizaje puede contribuir enormemente a evidenciar dicho valor. No obstante, y tal y como se ha indicado también en el capítulo anterior, en base a las experiencias descritas en (Sierra et al. 2005)(Navarro et al. 2005)(Sierra et al. 2006), se piensa que la manera correcta de llevar a cabo la tarea de convertir documentos históricos en objetos de aprendizaje es proporcionar una herramienta de anotación muy especializada y de uso muy sencillo para los historiadores, que facilite la tarea de anotar los documentos con metadatos específicos del dominio histórico. Posteriormente, el repositorio así creado podrá servir como base para la construcción de objetos de aprendizaje estándar (añadiendo, por ejemplo, metadatos educativos estándar, como los de la norma LOM).

En este capítulo se presenta, por tanto, una propuesta inicial de un Repositorio de Documentos Históricos, sistema diseñado para almacenar las anotaciones a documentos históricos, según algunas de las características contempladas en algunos de los repositorios descritos anteriormente, pero adaptando específicamente el sistema para soportar y facilitar la creación de diferentes tipos básicos de información específicos de un proyecto de historia digital.

---

<sup>17</sup> Center for History and New Media. "What is Digital History?", Center for History and New Media

## 3.2 Concepción Inicial de la Aplicación

### 3.2.1 Modelo de anotación

La propuesta realizada en este trabajo contempla la anotación de los documentos con la siguiente meta-información:

- Los *Personajes Históricos* aludidos en el documento. Un personaje histórico es una persona que, por su vida, actuaciones o aportes realizados a la humanidad, ha trascendido a través del tiempo y merece ser recordado. Por ejemplo, *Fernando VII* es un claro personaje histórico. En concreto, la aplicación permitirá almacenar los siguientes datos relativos a los personajes históricos: *nombre*, *biografía*, *fecha de nacimiento*, *fecha de fallecimiento*, y *retrato*.
- Los *Cargos* que intervienen en el documento. Los cargos se conciben como nombramiento o deberes a desempeñar por un personaje histórico específico. Por ejemplo, *Embajador de España en Inglaterra* es un claro ejemplo de cargo. El sistema permitirá definir tanto la *denominación* del cargo, como una *descripción* del mismo (propósito, funciones).
- Las *Designaciones*. Asignación de un cargo a un personaje histórico concreto. Por ejemplo, la designación que identifica a *Jofre Ibáñez II de Sasiola* como *Embajador de España en Inglaterra*. De esta forma, este elemento de información permitirá referir tanto al personaje como a la descripción del cargo, así como a la *fecha de inicio* y *fecha de fin* de desempeño del cargo.
- *Acontecimientos históricos*. Hechos de relevancia ocurridos en la historia. Por ejemplo, la *Guerra de la Independencia Española* en el siglo XIX. Este elemento de información permitirá incluir los siguientes datos: *nombre* del acontecimiento, *intervalo de desarrollo*, y *descripción*, además de una *imagen representativa*.
- *Colectivos*. Agrupación de personas con una función o fin específico. Por ejemplo, la *Inquisición Española*. El sistema permitirá representar los siguientes datos de los colectivos: *nombre*, *descripción* e *imagen representativa*.



### 3.2.2 Funcionalidades Básicas

La Figura 21 esboza las funcionalidades básicas de la aplicación como un diagrama de casos de uso UML. En este diagrama se presentan las acciones que pueden realizar los diferentes tipos de usuarios que acepta el sistema: usuario registrado y no registrado:

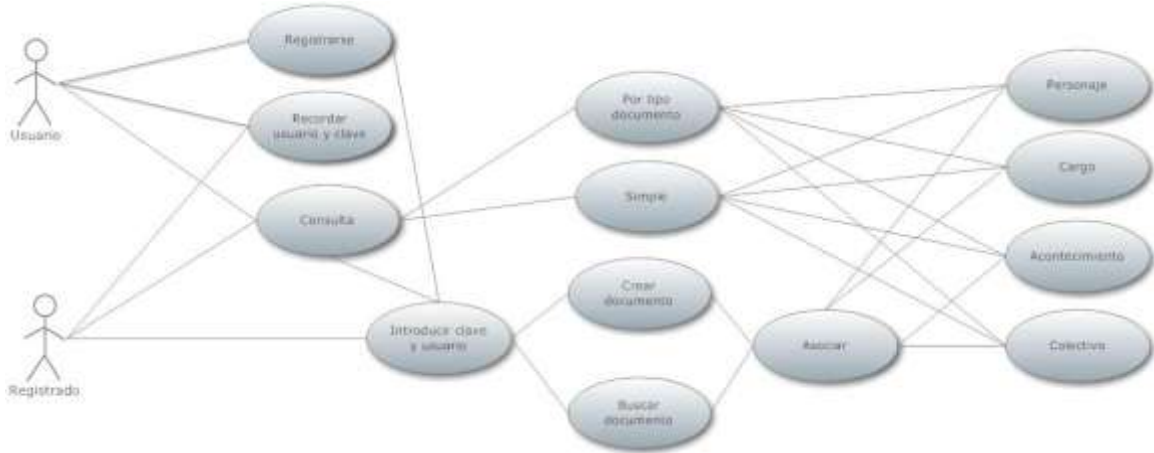


Figura 21. Diagrama caso de uso de la aplicación

- El usuario no registrado puede realizar consultas de documentos pero no realizar modificaciones en estos
- El usuario registrado en cambio puede realizar todas las acciones que permite la aplicación sobre los documentos, como agregar, modificar y asociar los diferentes tipos básicos de información.

Como el diagrama de la Figura 21 sugiere, la aplicación permitirá asociar cada documento con sus anotaciones, anexar acontecimientos históricos relacionados, y también colectivos relacionados. La herramienta permitirá seleccionar cada elemento de información, así como crear nuevos elementos, si esto fuera necesario. Para cada una de las informaciones será posible comentar, en un campo de descripción, el papel jugado por la misma en el contexto particular del documento, destacando el papel concreto que juega en la actividad que se retrata en dicho documento.

### 3.3 Arquitectura de la Aplicación

Se propone organizar la aplicación en base al paradigma de desarrollo de *programación por capas*. La programación por capas es un estilo de programación en el que el objetivo primordial es la separación de la lógica de negocios de la lógica de diseño. El motivo es evitar que cada capa comparta detalles con las otras para que, en caso de ser necesario realizar cambios,

estos sean locales, no afecten a la cadena de integridad global del sistema, y, de esta forma, no sea necesario modificar mucho código fuente para llevarlos a cabo. Como consecuencia, el desarrollo se puede llevar a cabo en varios niveles y, en caso de que sobrevenga algún cambio, sólo se ataca al nivel requerido sin tener que revisar entre código mezclado. Esto permite distribuir las responsabilidades en el trabajo de creación de la aplicación, de modo que cada grupo de trabajo pueda abstraerse del resto de niveles, limitándose a fijar y conocer las APIs que existen entre niveles. Un buen ejemplo de este método de programación es el modelo de interconexión de sistemas abiertos.



**Figura 22. Organización del sistema**

En el diseño actual de sistemas informáticos es típico utilizar las arquitecturas multinivel promovidas por la citada programación por capas. En dichas arquitecturas, a cada nivel se le confía una misión simple, lo que permite el diseño de arquitecturas escalables, que pueden ampliarse con facilidad en caso de que las necesidades aumenten.

El diseño más utilizado actualmente es el diseño en tres niveles (o en tres capas)<sup>18</sup>, que ha sido el empleado en la organización de la aplicación. Más concretamente, dicha aplicación se concibe en base a una estructura clásica en tres capas: presentación o interfaz de usuario, capa de servicios y capa de datos, tal y como se muestra en la Figura 22. Las siguientes secciones detallan el propósito de cada una de estas capas.

---

<sup>18</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Programaci%C3%B3n\\_por\\_capas](http://es.wikipedia.org/wiki/Programaci%C3%B3n_por_capas)

### 3.3.1 *Capa de presentación o de interfaz de usuario*

También conocida como GUI (del inglés *graphical user interface*), utilizará un conjunto de imágenes y objetos gráficos para representar la información, y dará acceso a las acciones disponibles en la interfaz. Su principal uso consistirá en proporcionar un entorno visual sencillo para permitir la comunicación con las demás capas del sistema.

De esta forma, la capa de presentación contiene todos los elementos que conforman la interfaz del usuario. Es lo que está a la vista del usuario de la misma. Estará compuesta por varias páginas Web y diferentes controles de usuario destinados a facilitar la interacción. Esta capa se comunicará exclusivamente con la capa de servicios.

En el sistema propuesto, la capa de presentación o interfaz del usuario del sistema se expondrá utilizando el enfoque típico en una aplicación web: las pantallas y formularios que permitirán presentar y anotar los documentos vendrán codificadas en HTML<sup>19</sup>. El estilo de dichas pantallas vendrá descrito, por su parte, con CSS<sup>20</sup> (*Cascading Style Sheets*).

### 3.3.2 *Capa de servicios*

La capa de servicios es la capa de abstracción que se crea entre la capa de interfaz y la capa de datos, y que agrupa funcionalidad básica para ser expuesta a la capa de interfaz. Esta capa debe organizar las llamadas a un conjunto de operaciones para ofrecer una funcionalidad muy concreta a la capa de interfaz. En esta capa, llamada también de *lógica de negocio* en contextos de *software* corporativo y empresarial, se encuentran todas las validaciones y métodos que componen el sistema.

En dicha capa será, por tanto, donde se establecerán y comprobarán todas las reglas y restricciones que deben cumplirse durante el proceso de anotación de los documentos. Esta capa se comunicará con la de datos, solicitando al gestor de la base de datos información (documentos, metainformación, etc.) o actualizándola, y también con la de presentación, recibiendo solicitudes o presentando resultados.

---

<sup>19</sup> <http://es.wikipedia.org/wiki/HTML>

<sup>20</sup> <http://es.wikipedia.org/wiki/CSS>

### 3.3.3 Capa de datos

En esta capa se almacenan los datos para el posterior acceso a los mismos. El modelo de datos a usar estará basado en tablas alojadas en una base de datos relacional, soportada mediante un gestor de bases de datos como MySQL<sup>21</sup>. Los documentos digitalizados en sí, que vendrán dados en algún formato estándar (PDF, TIFF, etc.), se almacenarán en el sistema de archivos del servidor, no siendo difícil ampliar el sistema para contemplar documentos almacenados remotamente, y referidos a través de sus URLs.

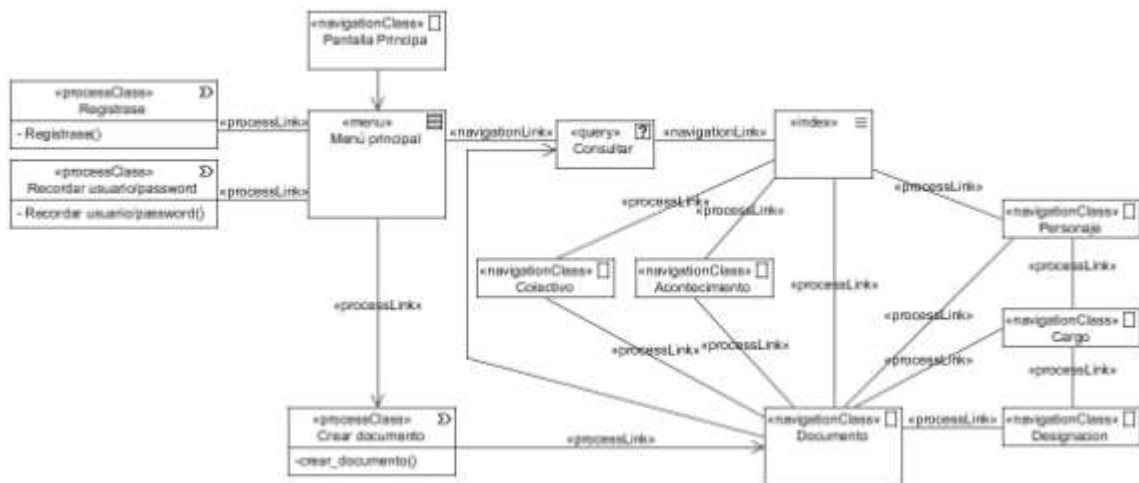


Figura 23. Grafo de navegación UML UWE.

## 3.4 Diseño Inicial de la Aplicación

### 3.4.1 Diseño de la Capa de Interfaz de Usuario

Para diseñar la capa de interfaz se propone caracterizar el *grafo de navegación* de la aplicación, al concebirse la misma como una aplicación *web*. Para ello se propone utilizar el lenguaje de modelado UWE<sup>22</sup> (*UML-Based Web Engineering*). UWE está basado en UML, y se utiliza asiduamente en la Ingeniería Web. La Figura 23 propone un modelo UWE inicial para el sistema de anotación. Dicho modelo pone de manifiesto cómo, desde la página principal de la

<sup>21</sup> <http://es.wikipedia.org/wiki/MySQL>

<sup>22</sup> <http://uwe.pst.ifi.lmu.de/index.html>

web se puede acceder al menú principal, y a partir de él, a los siguientes tipos de nodos (pantallas):

- *Registrarse*. Esta opción permite registrar usuarios, introduciendo los distintos datos de los mismos (nombre, apellido, correo electrónico, clave, etc.)
- *Recordar usuario / password*. Permite recordar la clave a un usuario, enviándole un correo electrónico.
- *Crear documento*. Permite agregar un nuevo documento a la base de datos. Una vez hecho esto, accede al nodo de *documento*, donde se puede agregar al documento los distintos tipos de metainformación asociada: personajes, acontecimientos, colectivos etc. Esta metainformación adicional podrá ser creada, o bien reutilizada de la ya existente en la base de datos.
- *Consultar*. En este nodo se pueden realizar dos tipos de búsquedas: *búsqueda simple* (buscar por una frase específica), o *búsqueda avanzada* (buscar por tipo de documento). Las búsquedas pueden ser realizadas con el propósito de consultar el material, o bien con el objetivo de agregar modificaciones al mismo. Efectivamente, desde las pantallas generadas por las consultas se puede acceder a cualquiera de los tipos básicos de metainformación asociada al documento. También pueden consultarse, de manera independiente, elementos de información como los personajes, colectivos y acontecimientos.
- *Documento*. Permite gestionar los documentos creados o recuperados, ofreciendo distintas funcionalidades en función del tipo de usuario. En particular, desde este nodo es posible vincular y desvincular los documentos con su metainformación asociada, así como gestionar dicha metainformación (creando, por ejemplo, nuevos elementos conforme estos son necesarios, o bien seleccionando elementos ya existentes).
- *Personaje*. Permite crear un nuevo personaje, o bien visualizar y/o modificar la información asociada a un personaje ya existente. También permite asociar cargos a personajes a través de designaciones.
- *Acontecimiento*. Permite crear, visualizar y/o modificar acontecimientos.
- *Colectivo*. Permite crear, visualizar y/o modificar colectivos.
- *Cargo*. Permite crear, visualizar y/o modificar cargos.

- *Designación.* Permite crear, visualizar y/o modificar designaciones.

### 3.4.2 *Diseño de la Capa de Servicios*

La capa de servicios incluye un conjunto básico de operaciones invocados desde la capa de presentación, durante las transiciones entre nodos (pantallas). De esta forma, cualquier interacción que se origine en la capa de presentación, encuentra una respuesta en la capa de servicios. En este diseño inicial, se propone una concepción minimalista de esta capa, que integra cuatro servicios genéricos básicos:

- *Agregar:* Añadir una propiedad en un elemento de información (si el elemento no existe, lo crea)
- *Modificar:* Realizar cambios sobre algún elemento de información.
- *Buscar:* Recuperar elementos de información.
- *Eliminar:* Eliminar elementos de información

Estos servicios podrán exponerse como *web services*.

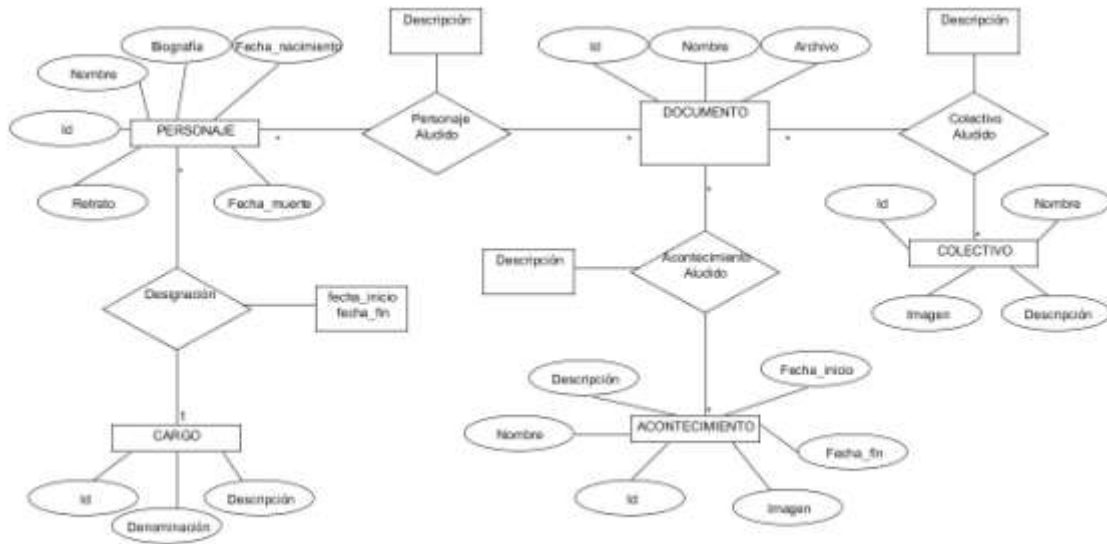
### 3.4.3 *Diseño de la Capa de Datos*

En la Figura 24 se muestra el diagrama entidad / relación que caracteriza los datos almacenados en la capa de datos, en donde se pueden observar todas las entidades que forman el sistema así como las relaciones entre ellas.

Más concretamente, el diagrama introduce las siguientes entidades:

- *Documento.* Representa los documentos almacenados en el sistema. Contiene los siguientes atributos:
  - *Id:* Identificador único del documento (clave).
  - *Nombre:* Nombre descriptivo del documento.
  - *Archivo:* Ruta de acceso al archivo que contiene el documento digitalizado en el sistema de archivos del servidor.
- *Personaje.* Representa los personajes disponibles en el sistema. Contiene los siguientes atributos:
  - *Id:* Identificador único del personaje (clave)
  - *Nombre:* Nombre descriptivo del personaje.
  - *Biografía:* Ruta de acceso a un archivo que contiene la biografía del personaje.

- Fecha\_nacimiento: Fecha de nacimiento del personaje.
- Fecha\_muerte: Fecha de muerte del personaje.
- Retrato: Ruta de acceso al archivo con el retrato del personaje.



**Figura 24. Diagrama entidad relación**

- *Cargo*. Representa los cargos. Sus atributos son:
  - Id: Identificador único (clave)
  - Denominación: Nombre descriptivo del cargo
  - Descripción: Ruta de acceso a un archivo que contiene una descripción del cargo.
- *Acontecimiento*. Representación de un acontecimiento histórico. Sus atributos son:
  - Id: Identificador único (clave)
  - Nombre: Nombre descriptivo del acontecimiento
  - Descripción: Ruta de acceso a un archivo que contiene la descripción del acontecimiento.
  - Fecha\_inicio: Fecha de inicio
  - Fecha\_fin: Fecha de finalización
  - Imagen: Ruta de acceso a la imagen descriptiva del acontecimiento
- *Colectivo*. Representación de un colectivo. Sus atributos son:
  - Id: Identificador único (clave)
  - Nombre: Nombre descriptivo del colectivo

- Descripción: Ruta de acceso a un archivo que contiene la descripción del acontecimiento.
- Imagen: Ruta de acceso a la imagen descriptiva del colectivo

Por su parte, el modelo incluye las siguientes relaciones:

- *Designación*. Representa una designación de un personaje para ocupar un cargo. Aparte de las claves externas de las entidades involucradas incluye como atributos:
  - Fecha\_inicio: Fecha en la que el personaje comienza a ejercer el cargo
  - Fecha\_fin: Fecha en la que el personaje es cesado del cargo.
- *Personaje\_aludido*. Representa la alusión de un personaje en un documento. Aparte de las claves externas, incluye como atributo
  - Descripción: Ruta de un archivo que describe el rol jugado por el personaje en el documento.
- *Acontecimiento\_aludido*. Representa la alusión de un acontecimiento en un documento. Aparte de las claves externas, incluye como atributo
  - Descripción: Ruta de un archivo que describe el rol jugado por el acontecimiento en el documento.
- *Colectivo\_aludido*. Representa la alusión de un colectivo en un documento. Aparte de las claves externas, incluye como atributo
  - Descripción: Ruta de un archivo que describe el rol jugado por el colectivo en el documento.

### 3.5 Maqueta Inicial

A fin de refinar y validar la concepción y diseño inicial, se ha desarrollado una maqueta inicial del sistema:

- La Figura 25 muestra la pantalla de acceso al sistema en esta maqueta.
- En caso de no disponer de usuario y contraseña se dispondrá de la opción de registrarse insertando los datos personales del usuario, como ilustra la Figura 26.



**Usuarios registrados**

Entre aquí usando su nombre de usuario y contraseña

Nombre de usuario:

Contraseña:

[Registrarse](#)

[Acceso de invitados](#)

[¿Olvidó su nombre de usuario o contraseña?](#)

**Figura 25. Pantalla de inicio**

**Regístrate**

Introduces tus datos aquí

Nombre:

Apellidos:

Sexo:

Fecha de nacimiento:

Correo electrónico:

Usuario:

Contraseña:

Vuelve a escribir la contraseña:

**Figura 26. Pantalla de registro de usuario**

- Cuando el usuario accede al sistema, éste registrado o no, podrá buscar recursos utilizando el enlace consultar. Se generará una ventana de búsqueda similar a cualquier buscador de internet (Figura 27).

**Consultas**

Tipo de documento:

Palabra o frase:

**Figura 27. Pantalla de búsqueda**

- El usuario registrado podrá agregar recursos en una pantalla específica para ello, agregando la descripción general del recurso (Figura 28, Figura 29).

Nombre:

Descripción:

Agregar archivo:

Figura 28. Pantalla campos agregar recurso

[Style] [Font] [Size]

**B** *I* U | |

Figura 29. Editor de texto rico



Documento | Personaje | Cargo | Designación | Acontecimiento | Colectivo

Documento

Añadir  
Modificar  
Borrar  
Consultar



Agregar archivo:

Nombre documento: Carta consular

Descripción: Carta de union entre los dos pueblos

Figura 30. Pantalla de modificación de documento

- Una vez agregado el recurso el usuario podrá modificar cualquier recurso almacenado o en su caso realizar asociaciones entre los diferentes tipos de unidades de información (Figura 30).

### **3.6 A modo de conclusión**

En esta sección se ha realizado la descripción de la concepción y diseño inicial de un sistema para almacenar las anotaciones a documentos históricos. De acuerdo a la descripción realizada del sistema, se pretende que éste soporte la creación de diferentes tipos básicos de informaciones para ser relacionados a los documentos almacenados: personajes históricos, cargos, designaciones, acontecimientos históricos, colectivos. Todos estos elementos de información serán relacionados a los documentos digitales por medio de esta herramienta, que permitirá asociar cada documento con sus anotaciones. El objetivo último de este sistema es crear un repositorio de objetos de aprendizaje específico, en el que alumnos y profesores de historia puedan colaborar en la anotación colaborativa de los textos digitales. La descripción realizada en este capítulo ha permitido contrastar la factibilidad práctica de desarrollar este tipo de sistema, con un esfuerzo y coste razonable, concibiendo el mismo como una aplicación *web* convencional.



## 4. Conclusiones y Trabajo Futuro

Las Humanidades y la Historia Digital son dominios en los que surgen aplicaciones de manejo intensivo de información, cuyo valor pedagógico es, además, indudable. La principal aportación de este trabajo es, de esta forma, mostrar cómo combinar la gestión de la información en el dominio de la historia digital con los enfoques orientados a objetos de aprendizaje digitales. Para ello, se ha descrito en el trabajo la concepción y diseño inicial de un repositorio de objetos digitales especializado, el cual tiene como objetivo el almacenamiento de anotaciones de documentos de historia digital.

El presente proyecto es únicamente un punto de partida para llevar a cabo una investigación y desarrollo más exhaustivo en gestión de archivos de documentos históricos. De esta forma, como posibles líneas de trabajo futuro surgen las siguientes:

- Refinamiento del sistema esbozado en este trabajo, y desarrollo del mismo como una aplicación *web* utilizando tecnologías estándar (por ejemplo, HTML + CSS + JavaScript en la capa de interfaz, PHP en la capa de servicios, y MySQL en la capa de datos).
- Aplicación del sistema a diferentes dominios y casos de estudio, a fin de validar y refinar la propuesta indicada, y, especialmente, el esquema de anotación específico propuesto.
- Inclusión de mecanismos que permitan exportar las anotaciones en formatos estándar (por ejemplo, en RDF)
- Inclusión de mecanismos que permitan exportar las anotaciones como objetos de aprendizaje estándar (incluyendo, entre otros aspectos, el añadido de metadatos de propósito educativo).



## Bibliografía

- Abbott, A. 2001, "Digital history", *Nature*, vol. 409, no. 6820, pp. 556-557.
- Alonso, G., Casati, F., Kuno, H. & Machiraju, V. 2003, *Web Services - Concepts, Architectures and Applications*, Springer.
- Antoniou, G. & Van Harmelen, F. 2008, "A Semantic Web Primer", Cambridge, MA, USA: The MIT Press
- Azouaou, F. & Desmoulins, C. 2006, "MemoNote, a context-aware annotation tool for teachers", *Information Technology Based Higher Education and Training, 2006. ITHET '06. 7th International Conference on*, pp. 621.
- Bechhofer, S., Horrocks, I., Goble, C. & Stevens, R. 2001, *OilEd: A Reason-able Ontology Editor for the Semantic Web*, Springer Berlin / Heidelberg.
- Cafolla, R. 2006, "Project MERLOT: Bringing Peer Review to Web-Based Educational Resources", *Journal of Technology and Teacher Education*, vol. 14, no. 2, pp. 313-323.
- Chen, S. 2001, "NBDL (National Biology Digital Library). Slide Presentation", <http://www.cni.org/tfms/2001a.spring/handout/Progress-SChen2001Stf-NSF.ppt>.
- Che-Yu Yang & Hua-Yi Lin 2010, "An automated semantic annotation based-on Wordnet ontology", *Networked Computing and Advanced Information Management (NCM), 2010 Sixth International Conference on*, pp. 682.
- Cohen, D. 2004, "History and the Second Decade of the Web", *Rethinking History*, vol. 8, no. 2, pp. 293-301.
- Cohen, D.J. 2005, "The Future of Preserving the Past", *CRM: The Journal of Heritage Stewardship*, vol. 2, no. 2, pp. 6-19.
- Dar, N.M. & Zahra, N. 2009, "Generic metadata repository for a data warehouse", *Multitopic Conference, 2009. INMIC 2009. IEEE 13th International*, pp. 1.
- Downes, S. 2003, "Design and Reusability of Learning Objects in an Academic Context: A New Economy of Education?", *USDLA Journal*, vol. 17, no. 1.
- Fernandes, M., Alho, M., Martins, J.A., Pinto, J.S. & Almeida, P. 2005, "Web annotation system based on Web services", *Next Generation Web Services Practices, 2005. NWeSP 2005. International Conference on*, pp. 6

- G. Richards, R. McGreal, M. Hatala & N. Friesen 2002, "The Evolution of Learning Object Repository Technologies: Portals for On-line Objects for Learning", *Canadian Journal of Distance Education*.
- Gil, Y., Blythe, J., Kim, J. & Kite, L. 2004, "TRELLIS: Capturing and Exploiting Semantic Relationships for Information and Knowledge Management", *USC/ Information Sciences Institute*.
- Handsuh, S., Staab, S. 2002, "Authoring and Annotation of Web Pages in CREAM ", *World Wide Web, 2005. WWW 2005. International Conference on*.
- Heflin, J. & Hendler, J. 2001, "A Portrait of the Semantic Web in Action", *IEEE Intelligent Systems*, vol. 16, no. 2, pp. 54-59.
- Heflin, J., Hendler, J., Dr., Luke, S., Gasarch, C., Zhendong, Q., Spector, L., Dr. & Rager, D. 2001, Oct. 2, 2001-last update, *SHOE Simple HTML Ontology Extensions*. Available: <http://www.cs.umd.edu/projects/plus/SHOE/> [2011, Sep. 2, 2011].
- Kalinichenko, L., Missikoff, M., Schiappelli, F. & Skvortsov, N. 2003, "Ontological Modeling", *Proceedings of the 5th Russian Conference on Digital Libraries RCDL2003*.
- Kashihara, A., Yoshimoto, S., Hasegawa, S. & Toyoda, J. 2003, "A digital repository of navigational learning histories on the Web", *Telecommunications, 2003. ICT 2003. 10th International Conference on*, pp. 1723.
- Koivunen, M.R. 2005, "Annotea and Semantic Web Supported Collaboration". *Aspect of the Semantic Web, European Semantic Web Conference, 2005*
- López Guzmán, C., García Peñalvo, F. & Pernías Peco, P. 2005, "Desarrollo de repositorios de objetos de aprendizaje a través de la reutilización de los metadatos de una colección digital: de Dublin Core a IMS", *RED. Revista de Educación a Distancia*.
- López Guzmán, C. & García Peñalvo, F.J. 2006, "Repositorios de objetos de aprendizaje: bibliotecas para compartir y reutilizar recursos en los entornos e-learning", *BIBL. UNIV., NUEVA ÉPOCA*, vol. VOL. 9, No 2.
- Lts, C. 2000, *IEEE Learning Technology Standards Committee (LTSC): IEEE P1484.12 Learning Object Metadata*.
- Mason R., Weller, M., Pegler, C. 2003, "Learning in the Connected Economy", *The Open University course team, IET, Open University*.



- Mattson, M., Norman, D. & Purdy, R. 2002, "CAREO: Campus Alberta Repository of Educational Objects". Available:  
[http://theguide.ntic.org/display\\_lo.php?format=HTML&lom\\_id=7742](http://theguide.ntic.org/display_lo.php?format=HTML&lom_id=7742) [2011, Sep. 2, 2011]
- Mostefai, B., Azouaou, F. & Balla, A. 2010, "An annotation-based pedagogical memory model for learner", *Machine and Web Intelligence (ICMWI), 2010 International Conference on*, pp. 190.
- Navarro, A., Sierra, J., Luis, Fernández-Valmayor, A. & Hernanz, H. 2005, "From Chasqui to Chasqui II: an Evolution in the Conceptualization of Virtual Objects", *J. UCS, vol 11, no 9, pp. 1518-1529*.
- Niranatlamphong, W., Choochaiwattana, W. & Spring, M.B. 2009, "A conceptual framework for digital annotation system on WWW", *Computer Science and Information Technology, 2009. ICCSIT 2009. 2nd IEEE International Conference*, pp. 27-31.
- Palmowski, J. 2010, "Digital Humanities", *Digital Humanities 2010 Conference Abstracts King's College London, London July 7 – 10, .*
- Peng Wang, Bao-Wen Xu, Jian-Jiang Lu, Da-Zhou Kang & Yan-Hui Li 2004, "A novel approach to semantic annotation based on multi-ontologies", *Machine Learning and Cybernetics, 2004. Proceedings of 2004 International Conference on*, pp. 1452.
- Phil Cross, Libby Miller, Sean Palmer 2001, "Using RDF to annotate the (semantic) web". *Knowledge Markup and Semantic Annotation, 2001, KCAP 2011. Workshop on*, pp. 21
- Polsani, P.R. 2003, "Use and abuse of reusable learning objects", *Journal of Digital Information*, vol. 3, no. 4.
- Richards, G., Mcgreal, R. & Friesen, N. 2002, "Learning Object Repository Technologies for TeleLearning: The Evolution of POOL and CanCore", *Informing Science Proceedings*.
- Saathoff, C., Petridis, K., Anastasopoulos, D., Timmermann, N., Kompatsiaris, I. & Staab, S. 2006, "M-OntoMat-Annotizer: Linking Ontologies with Multimedia Low-Level Features for Automatic Image Annotation", *3<sup>rd</sup> Semantic Web Conference, 2006*.
- Sarasa, A., Canabal, J. & Sacristán, J. 2009, "Agrega: A Distributed Repository Network of Standardised Learning Objects", *IWANN'09, LNCS 5518, Springer Berlin / Heidelberg*.
- Schroeter, R., Hunter, J., Guerin, J., Khan, I. & Henderson, M. 2006, "A Synchronous Multimedia Annotation System for Secure Collaboratories", *e-Science and Grid Computing, 2006. e-Science '06. Second IEEE International Conference on*, pp. 41.

- Shih, T.K., Yi-Chun Liao, Han-Bin Chang, Mei-Yen Kuan & Yee, G. 2004, "Multistory annotation system: a novel application of distance learning", *Advanced Information Networking and Applications, 2004. AINA 2004. 18th International Conference on*, pp. 116.
- Sierra, J., Luis, Fernández-Valmayor, A., Guinea, M. & Hernanz, H. 2006, "From Research Resources to Learning Objects: Process Model and Virtualization Experiences", *Educational Technology & Society*, vol. 9, no. 3, pp. 56-68.
- Sierra, J., Luis, Fernández-Valmayor, A., Guinea, M., Hernanz, H. & Navarro, A. 2005, "Building Repositories of Learning Objects in Specialized Domains: The Chasqui Approach", *ICALT'05*, pp. 225-229.
- Smith, M. 2003, "DSpace: An Open Source Dynamic Digital Repository", *D-Lib Magazine January 2003*, vol. 9, no 1.
- Sowa, J.F. 2000, "Knowledge Representation: Logical, Philosophical, and Computational Foundations", Brooks/Cole, Thomson Learning.
- Suárez, B., Santiago de la Fuente, P. & Anguita, R. 2007, "WebQuest y anotaciones semánticas", *Comunicar*, vol. num. marzo, pp. pp. 191-196.
- Tong-Zhen Zhang & Rui-Ming Shen 2009, "Learning Objects Automatic Semantic Annotation by Learner Relevance Feedback", *Biomedical Engineering and Informatics, 2009. BMEI '09. 2nd International Conference on*, pp. 1.
- Uren, V., Cimiano, P., Iria, J., Handschuh, S., Vargasvera, M., Motta, E. & Ciravegna, F. 2006, "Semantic annotation for knowledge management: Requirements and a survey of the state of the art", *Web Semantics: Science, Services and Agents on the World Wide Web*, vol. 4, no. 1, pp. 14-28.
- Uschold, M. 1998, "Knowledge Level Modelling: Concepts and Terminology", *The Knowledge Engineering Review*, vol. 13 no. 1.
- Vargas-Vera, M., Motta, E., Domingue, J., Lanzoni, M., Stutt, A. & Ciravegna, F. 2002, "MnM: Ontology Driven Semi-automatic and Automatic Support for Semantic Markup", *EKAU '02: Proceedings of the 13th International Conference on Knowledge Engineering and Knowledge Management. Ontologies and the Semantic Web* Springer-Verlag, , pp. 379.
- Wiley, D. 2002, "Connecting Learning Objects to Instructional Design Theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy", *The Instructional Use of Learning Objects*. Available: <http://reusability.org/read/> [2011, Sep. 2, 2011]

Wu, W., Du, X., Hu, H. & Ma, N. 2007, "An Ontology-Based and Cooperative Annotation System", *Intelligent Information Processing III*, Springer Boston.